

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební
Katedra pozemního stavitelství

**Proces realizace ŽB monolitické konstrukce stropu ve vztahu k možnostem
minimalizace doby výstavby**

**The process of realization of monolithic reinforced concrete ceiling structure in relation
to the possibilities of minimizing construction time**

Student :

Michaela Hudcová

Vedoucí bakalářské práce :

Ing. Marie Wolfová, Ph.D.

Ostrava 2011

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucí bakalářské práce Ing. Marie Wolfové, Ph.D. a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě, dne 2.5.2011

.....

Michaela Hudcová

Prohlašuji, že

- byla jsem seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských důvodů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mě požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě, dne 2.5.2011

.....

Michaela Hudcová

PROCES REALIZACE ŽB MONOLITICKÉ KONSTRUKCE STROPU VE VZTAHU K MOŽNOSTEM MINIMALIZACE DOBY VÝSTAVBY

Řešitel : Michaela Hudcová
VŠB – TU Ostrava, Fakulta stavební
Odborný konzultant : Ing. Marie Wolfová, Ph.D.
VŠB – TU Ostrava, Fakulta stavební

Anotace :

Předmětem bakalářské práce je výběr časově a finančně nejvýhodnějšího způsobu realizace monolitické železobetonové konstrukce stropu. Vyhodnoceno bude celkem 5 variant, které se liší použitým stropním bedněním a počtem pracovních záběrů pro betonáž stropní desky. Každá varianta obsahuje návrh bednicího systému, mechanismů, počet pracovních záběrů, výpočet délky trvání jednotlivých činností, rozpočet a harmonogram. Pro vybranou variantu je zpracován technologický postup betonářských prací. Součástí práce je technická zpráva stavebního objektu, položkový rozpočet, harmonogram stavebních prací a výkresová dokumentace související s řešenou problematikou.

Annotation :

The subject of this thesis is to choose the most suitable temporal and financial method of realization of monolithic reinforced concrete ceiling structure. It will be evaluated a total of 5 variants different by used slab formwork and by number of working widths needed for concreting of ceiling slab. Each variant contains a proposal of formwork system, mechanisms, number of working widths, calculation of the duration each activity, budget and time schedule. There is a technological specification of concrete work formulated for the chosen variant. The thesis also includes the technical report of the building construction, itemized budget, time schedule of construction works and design documentation related to the presented issues.

Seznam použitých značek

Vzorce

- [V1] Vzorec pro výpočet doby montáže bednění
[V2] Vzorec pro výpočet doby železářských prací
[V3] Vzorec pro výpočet doby částečného odbednění
[V4] Vzorec pro výpočet doby odstranění náhradního podepření

Veličiny

- A_M ... plocha potřebná k vybednění [m^2]
 A_A ... plocha potřebná k vyarmování [m^2]
 A_O ... plocha potřebná k odbednění [m^2]
 n ... počet nasazených pracovníků [-]
 N_A ... počet normohodin z položkového rozpočtu pro armovací práce [Nh]
 P_M ... pracnost pro montáž bednění stanovená výrobcem [h/m^2]
 P_O ... pracnost pro demontáž bednění stanovená výrobcem [h/m^2]
 P_P ... pracnost pro odstranění pomocného podepření stanovená výrobcem [h/ks]
 S ... počet stojek [ks]
 T_M ... doba potřebná k provedení montáže bednění [h]
 T_A ... doba potřebná k uložení výztuže [h]
 T_O ... doba potřebná k provedení demontáže bednění [h]
 T_P ... doba potřebná k odstranění náhradního podepření [h]

Zkratky

- BOZP ... bezpečnost a ochrana zdraví při práci
ČSN ... česká technická norma
NP ... nadzemní podlaží
NV ... nařízení vlády
PO ... požární ochrana
tj. ... to je
ul. ... ulice
Sb. ... sbírky
ŽB ... železobeton

OBSAH BAKALÁŘSKÉ PRÁCE :

1. Úvod	1
1.1. Řešená problematika	1
1.2. Řešený objekt	1
1.3. Řešená konstrukce	2
2. Zpracované varianty řešení	3
2.1. Varianta s použitím systémového bednění PERI SKYDECK v jednom taktu	3
2.2. Varianta s použitím systémového bednění PERI SKYDECK ve dvou taktech	12
2.3. Varianta s použitím systémového bednění PERI SKYDECK ve třech taktech	21
2.4. Varianta s použitím systémového bednění PERI MULTIFLEX v jednom taktu	30
2.5. Varianta s použitím systémového bednění DOKA DOKAFLEX v jednom taktu	37
3. Srovnání zpracovaných variant řešení	44
3.1. Srovnání z hlediska hmotnosti bednicích systémů	44
3.2. Srovnání z hlediska celkových nákladů	45
3.3. Srovnání z hlediska časových nároků	46
4. Vyhodnocení nejvýhodnější varianty	48
5. Technologický postup	49
5.1. Bednění	49
5.2. Armování	50
5.3. Betonáž	51
5.4. Přejímka betonové konstrukce	56
5.5. Bezpečnost a ochrana zdraví	56
6. Seznam související literatury	58
6.1. Montážní předpisy výrobců	58
6.2. Webové stránky	58
6.3. Normy	58
6.4. Legislativa	59

1. Úvod

1.1. Řešená problematika

Tématem bakalářské práce je proces realizace železobetonové monolitické konstrukce stropu ve vztahu k možnostem minimalizace doby výstavby. K určení optimálního řešení vede návrh, srovnání a vyhodnocení několika různých variant procesu realizace stropní konstrukce. Pro nejvýhodnější variantu pak bude vyhotoven technologický postup procesu a plán jakosti stavební technologie. Zpracovaný časový harmonogram této varianty bude začleněn do harmonogramu výstavby celého objektu. V souvislosti s realizací stavebního objektu bude zpracován položkový rozpočet. Součástí bakalářské práce jsou přílohy v podobě výkresové dokumentace.

1.2. Řešený objekt

Stropní konstrukce, která je předmětem řešení bakalářské práce, se nachází nad 1. nadzemním podlažím bytového domu. Bytový dům se nachází v městské části Ostrava Nová Bělá v zástavbě bytových a rodinných domů a je rozdělen do dvou částí. První část je navržena dvoupodlažní s odvodněním vně dispozice, druhá část třípodlažní s odvodněním uvnitř dispozice. Celkem se v objektu nachází 10 bytových jednotek, z nichž jedna je bezbariérová. Vstup do domu doplňuje šikmá rampa.

Celý objekt je podsklepený založený na betonových pasech z prostého betonu C12/15. Podkladní betony tl. 150mm spočívají na zhutněných štěrkopískových podsypech tl. 200mm. Hydroizolace spodní stavby je provedena formou folie Alkorplan 35034 chráněnou geotextilií GETEX a profilovanou nopovou folií GUTTABETA STAR Drein. Část suterénu bude zateplena pomocí desek XPS tl. 40mm. Po obvodu objektu budou uloženy ve štěrkovém loži drenážní trubky Siroplast - K DN 150mm ve sklonu 0,5° v úrovni 200mm pod vodorovnou hydroizolací.

Svislou nosnou funkci zajišťuje obvodové zdivo Porotherm 44 P+D, 36,5 P+D a vnitřní nosné zdivo Porotherm 30 P+D. Nenosné příčky budou vyžděny taktéž v systému Porotherm a to 11,5 a 8 P+D. Bytové jednotky jsou mezi sebou a od společných prostor odděleny

akustickými stěnami z tvarovek Porotherm 250 P+D AKU. Konstrukční výška jednotlivých podlaží je 2750mm. Půdorysné rozměry jsou řešeny v modulové síti 125mm.

Vertikální komunikace je zajištěna dvouramennými železobetonovými monolitickými schodišti s nadbetonovanými stupni opatřenými teracovými obklady. Mezipodesty jsou uloženy na schodišťových stěnách a jsou realizovány jako monolitické železobetonové.

Objekt je v obou částech zastřešen plochou střechou s navrženou parozábranou z asfaltového pásu Bitalbit S. Hlavní hydroizolační souvrství bude opět formou folie Alkorplan, tentokrát 35179. Spádovou vrstvu tvoří desky z expandovaného polystyrenu 100 S Stabil tl. 150–295mm.

Podrobnější informace ke konstrukčnímu řešení jsou uvedeny v technické zprávě vypracované v rozsahu F.1.1.1. dle Vyhlášky 499/2006^[25], která je zařazena v přílohové části bakalářské práce. Zde jsou dále připojeny technické listy vybraných výrobků použitých při realizaci bytového domu, časový harmonogram a položkový rozpočet pro celý objekt.

1.3. Řešená konstrukce

Železobetonová stropní konstrukce je navržena jako monolitická deska bez trámů a žeber. Návrh a statické posouzení výztuže stropní desky není předmětem řešení bakalářské práce. Pro zpracování položkového rozpočtu však bude orientačně uvažováno s nosnou výztuží v podobě svařovaných Kari sítí a s betonářskou ocelí 10 505 potřebnou k vyvázání pozedních věnců. Pozední věnce budou nad obvodovými zdmi chráněny tepelnou izolací z EPS tloušťky 80mm z důvodu zamezení vzniku tepelných mostů v konstrukci a věncovkou Porotherm VT8/19,5 pro zlepšení adheze aplikovaného omítkového souvrství. Tloušťka stropní desky je 200mm a je provedena ze železobetonu C25/30.

2. Zpracované varianty řešení

Zpracováno je celkem 5 variant návrhu procesu realizace monolitické stropní konstrukce. Jednotlivé varianty se liší použitým systémovým bedněním, rozčleněním pracovních záběrů bednicích prací v návaznosti na pracovní záběry pro práce betonářské. Dále jsou voleny různé velikosti pracovních čet vykonávající požadované činnosti a přihlíží se také k případné potřebě nasazení těžké mechanizace. Objem armovacích prací je stanoven orientačně jakož i lhůta pro jejich realizaci. Ta vychází z počtu normohodin vyplývajících z položkového rozpočtu. Dobu provádění železářských prací tedy nebude ovlivňovat druh použité výztuže, ale pouze změny velikosti nasazené čty. Návrh betonové směsi bude ve všech případech shodný. Pro realizaci stropní konstrukce bude použit transportbeton C25/30 se stupněm vlivu prostředí XC1 a s nejvyšší velikostí zrna kameniva D_{MAX} 16mm. Stupeň konzistence čerstvé betonové směsi je dán hodnotou sednutí kužele S3 – velmi měkká. Potřebné množství transportbetonu k realizaci požadované stropní konstrukce je $63m^3$. Ke každé variantě bude na základě výpočtů lhůt pro realizaci dílčích prací sestaven časový harmonogram zahrnující i dobu zrání a ošetřování betonu. V souvislosti s použitým systémovým bedněním, potřebným počtem pracovníků, nasazením strojů pro dopravu a čerpání betonové směsi bude zpracován podrobný rozpočet pro konkrétní variantu provádění procesu.

2.1. Varianta s použitím systémového bednění PERI SKYDECK v jednom taktu

2.1.1. Návrh bednění

Pro tuto variantu je navrženo systémové bednění PERI SKYDECK. Jedná se o panelové stropní bednění z vysokopevnostního hliníku s možností velmi časného odbednění. To je zajištěno použitím padacích hlav, po jejichž spuštění je možno odstranit panely a nosníky. Na místě konstrukce tak zůstávají pouze krycí lišty a náhradní podepření ve formě stojek. V závislosti na tloušťce stropní desky byly dle podkladů výrobce bednění^[1] navrženy stropní stojky PEP 20 - 300. Bednění je nutno zajistit proti horizontálnímu posunu v příčném i podélném směru. Zajištění bude provedeno osazením stěnových držáků SWH v každém druhém poli. Pro dodržení požadavků na bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na staveništi bude v místech nad volnou hloubkou zřízeno zábradlí pomocí bednicích sloupků 105, jimiž

bude zprostředkováno i obednění čela stropní desky. Pro montáž ani demontáž bednění není potřeba žádné mechanizace. Hmotnost bednicí sady je 10t.

2.1.2. Návrh počtu taktů (pracovních záběrů)

Montáž systémového bednění je navržena v jednom pracovním záběru v rámci jedné pracovní směny. Plocha potřebná k vybednění je 269,11m². V jednom pracovním záběru bude také probíhat betonáž stropní desky, nebude tudíž zapotřebí provádět pracovní spáru. Systémové bednění bude na stavenišť dodáno spolu s potřebným příslušenstvím v rámci jedné dodávky, kterou vyexpeduje firma PERI.

2.1.3. Navržená strojní sestava

Během provádění betonářských prací bude potřeba této mechanizace:

- automobil Mercedes Benz s vlekm s celkovou nosností 22,5t vybaven hydraulickou rukou Atlas T 140.1 - pro přepravu bednicích dílců i výztuže
- automobil Citroen Jumper s nosností 1,5t - k dopravě stavebního řeziva
- autodomíchávač o objemu bubnu 9m³ na podvozku Scania – pro dodávku transportbetonu
- čerpadlo s dosahem 34/30m na automobilovém podvozku Mercedes Benz – k uložení betonové směsi

2.1.4. Návrh složení a velikosti pracovní čety a výpočet doby montáže bednění

Pro montáž bednění je navržena pracovní četa o čtyřech pracovnících, z nichž jeden je mistr, který zodpovídá za kvalitu prováděných prací, a ostatní jsou zaučení stavební dělníci obeznámení s technologickým postupem prováděných prací.

Výpočet doby montáže bednění vychází z hodnoty pracnosti uváděné výrobcem bednění a z počtu nasazených pracovníků. Hodnota pracnosti je 0,12h/m².

$$T_M = \frac{P_M * A_M}{n} = \frac{0,12 * 269,11}{4} = \mathbf{8,07\ h} \quad [V1]$$

Z provedeného výpočtu vyplývá, že montáž bednění bude provedena v rámci jedné směny.

2.1.5. Návrh složení a velikosti pracovní čety a výpočet doby železářských prací

Pro provádění železářských prací je navržena pracovní četa o čtyřech pracovnících, z nichž jeden je mistr, vyučený betonář - železář, a zodpovídá za kvalitu prováděných prací. Ostatní jsou zaučení stavební dělníci obeznámení s technologickým postupem prováděných prací.

Výpočet doby ukládání výztuže je stanoven z orientačního počtu normohodin pro armovací práce vyplývajícího z položkového rozpočtu. Celkový počet normohodin je 58,73Nh.

$$T_A = \frac{N_A}{n} = \frac{58,73}{4} = \mathbf{14,68\ h} \quad [V2]$$

Z uvedeného výpočtu vyplývá, že armovací práce budou prováděny v průběhu dvou směn.

2.1.6. Návrh dodání betonové směsi a postupu betonáže

Navržená betonová směs C25/30 bude dovezena v podobě transportbetonu z ostravské betonárny ZAPA vzdálené od staveniště 7km. Doprava betonu bude zajištěna dvěma autodomíchávači o objemu 9m³, které budou směs postupně přivážet. Pro dopravení 63m³ betonové směsi bude tedy zapotřebí sedmi dodávek transportbetonu. Čerpání a ukládání betonové směsi bude provedeno čerpadlem o dosahu 34/30m poskytnutým dodavatelem betonu. Betonáž bude prováděna plynule bez přerušení z místa stanoveného ve výkresové dokumentaci zařízení staveniště od východní části stavby a bude pokračovat směrem k čerpadlu. Betonová směs bude ukládána v jedné vrstvě odpovídající tloušťce desky,

tj. 200mm a následně bude uložená vrstva hutněna ponornými vibrátory Perles ERGO 525T ve směru shodném s postupem betonáže. Po dokončení hutnění bude povrch desky hlazen ručními plastovými hladíčkami tak, aby byly odstraněny nerovnosti vzniklé v důsledku předcházejících činností. Takto upravená konstrukce bude překryta PE foliemi a ty zde budou ponechány po dobu dvou následujících dnů.

2.1.7. Návrh složení a velikosti pracovní čety a výpočet doby betonáže

Betonáž bude provádět pracovní kolektiv o čtyřech pracovnících, z nichž jeden je mistr, vyučený betonář - železář, a zodpovídá za kvalitu prováděných prací. Ostatní jsou zaučení stavební dělníci obeznámení s technologickým postupem prováděných prací. Četa provádí ukládání betonové směsi, její následné rozprostření lopatami, hutnění a hlazení povrchu desky.

Stanovení doby betonáže vychází z času potřebného ke zpracování dodávky jednoho autodomíchávače, což je dle možností a schopností pracovní čety cca 30min. Pro zpracování sedmi dodávek transportbetonu je to tedy cca 3,5 hodin. Betonáž podle těchto propočtů proběhne v rámci jedné směny.

2.1.8. Návrh složení a velikosti pracovní čety a výpočet doby částečného odbednění

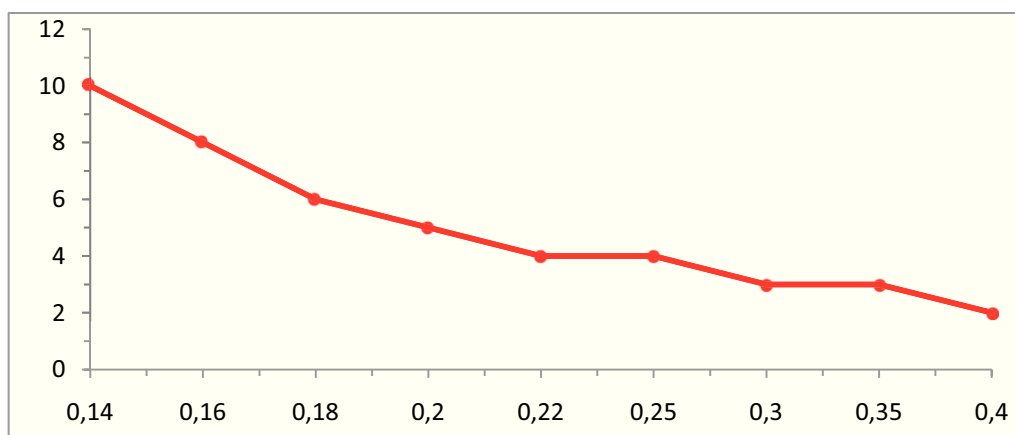
Pro částečné odbednění je navržena pracovní četa o třech pracovnících, z nichž jeden je mistr, který zodpovídá za kvalitu prováděných prací, a ostatní jsou zaučení stavební dělníci obeznámení s technologickým postupem prováděných prací.

Částečné odbednění lze provést dle podkladů výrobce bednění^[1] při tloušťce stropní desky 200mm a při předpokládané průměrné teplotě 20⁰C již po dvou dnech od betonáže. Po demontáži panelů a nosníků je možno začít se zděním obvodového nosného zdiva následujícího podlaží. Není však dovoleno zatížit stropní desku uprostřed jejího rozpětí, například skladováním zděcího materiálu.

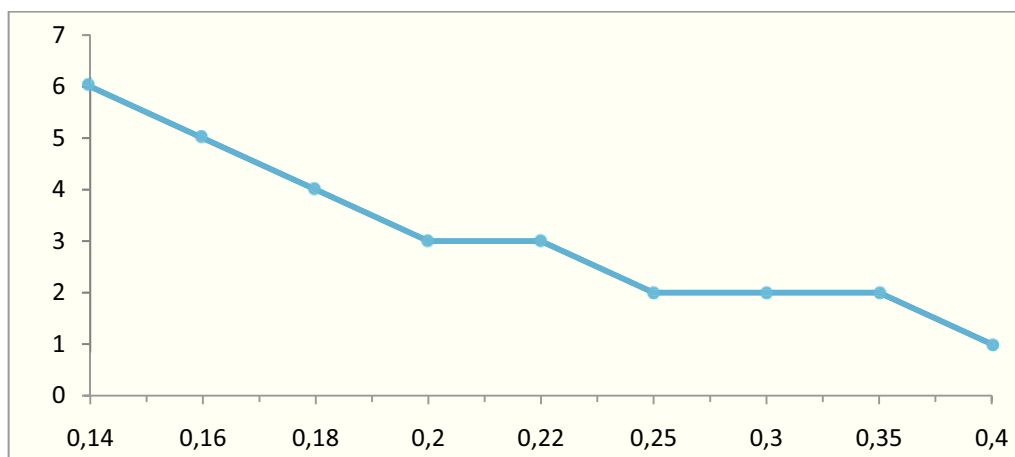
tloušťka desky d [m]	požadovaná pevnost betonu f_{ck} [N/mm ²]	lhůty odbednění [dny] pro panely a nosníky při průměrné teplotě tvrdnutí [°C]		
		5 ⁰	10 ⁰	20 ⁰
0,14	15	10	6	5
0,16	13	8	5	4
0,18	11	6	4	3
0,20	9	5	3	2
0,22	8	4	3	2
0,25	7	4	2	2
0,30	6	3	2	2
0,35	5	3	2	1
0,40 – 0,95	5	2	1	1

Tabulka č. 1: Směrné hodnoty pro odbednění pro systém padacích hlav^[1]

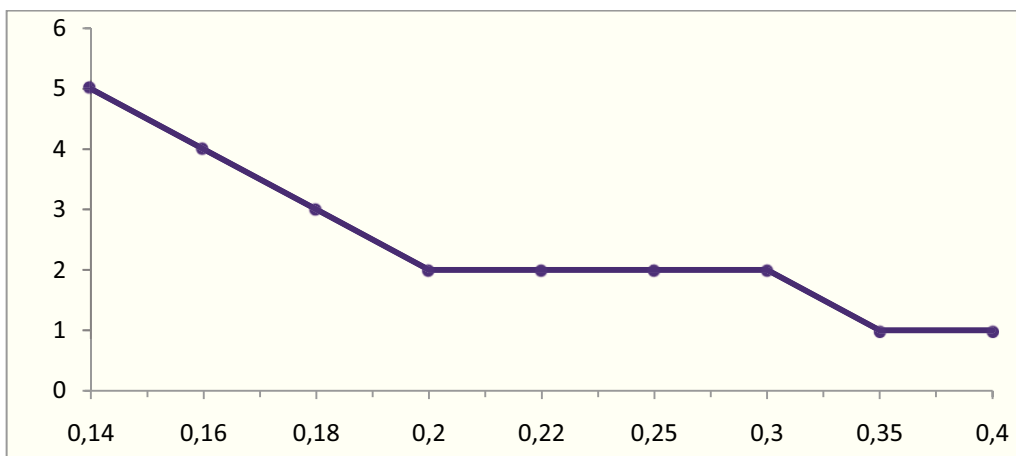
Z tabulky č.1 můžeme odvodit závislost lhůty odbednění [dny] na tloušťce stropní desky [m] při předpokládaných teplotách.



Graf č. 1: Předpokládaná teplota je cca 5⁰C



Graf č. 2: Předpokládaná teplota je cca 10⁰C



Graf č. 3: Předpokládaná teplota je cca 20⁰C

Výpočet doby částečného odbednění vychází z hodnoty pracnosti uváděné výrobcem bednění a z počtu nasazených pracovníků. Hodnota pracnosti je 0,08h/m².

$$T_o = \frac{P_o * A_o}{n} = \frac{0,08 * 269,11}{3} = 7,18 \text{ h} \quad [V3]$$

Z tohoto výpočtu je zřejmé, že částečné odbednění bude provedeno v rámci jedné směny.

2.1.9. Návrh složení a velikosti pracovní čety a výpočet doby odstranění náhradního podepření

Náhradní podepření může být odstraněno až po dosažení 100% hodnoty krychelné pevnosti, tj. 30MPa a u betonu se středním nárůstem pevností jí bude dosaženo po 28 dnech od zpracování betonové směsi. Hodnota se ověří tvrdoměrnou zkouškou odrazovým tvrdoměrem dle příslušné normy^[8].

Výpočet doby odstranění náhradního podepření vychází z hodnoty pracnosti uváděné výrobcem bednění a z počtu nasazených pracovníků. Hodnota pracnosti je 0,05h/ks.

$$T_p = \frac{P_p * S}{n} = \frac{0,05 * 62}{1} = 3,1 \text{ h} \quad [V4]$$

Z provedeného výpočtu vyplývá, že demontáž náhradního podepření a jeho připravení k vrácení bude provedeno v rámci jedné směny.

2.1.10. Podrobný rozpočet pro variantu č. 1

Podle vypracovaného časového harmonogramu prací připadá na variantu č. 1 jedna pracovní sobota a to pro demontáž a vrácení části bednicí sady. Příplatek za práci v sobotu činí 25% k základní sazbě.

Náklady na mzdy pracovníků:

Bednicí práce :	4 pracovníci	8 hodin	200 Kč/hod	6 400 Kč
Armovací práce :	4 pracovníci	15 hodin	200 Kč/hod	12 000 Kč
Betonáž a související činnosti :	4 pracovníci	6 hodin	200 Kč/hod	4 800 Kč
Částečné odbednění :	3 pracovníci	8 hodin	250 Kč/hod	6 000 Kč
Odstranění podepření :	1 pracovník	4 hodiny	200 Kč/hod	800 Kč
CELKEM				30 000 Kč

Náklady spojené s bedněním:

Cena sady bednění - nájem :	12,6 Kč/m ² /den	3400 Kč/den	20 400 Kč
Cena náhradního podepření - nájem :	1,35 Kč/m ² /den	365 Kč/den	9 490 Kč
Dořezová překližka + separační olej - koupě :			8 340 Kč
Sloupky zábradlí - nájem :	3 Kč/bm/den	258 Kč/den	8 256 Kč
Doprava prvků pro bednění :		32 Kč/km	480 Kč
Manipulace hydraulickou rukou :		500 Kč/hod	500 Kč
Odvoz části sady :		32 Kč/km	480 Kč
Manipulace hydraulickou rukou :		500 Kč/hod	500 Kč
Odvoz náhradního podepření :		32 Kč/km	480 Kč
Manipulace hydraulickou rukou :		500 Kč/hod	500 Kč
CELKEM			49 426 Kč

Náklady na stavební řezivo:

Řezivo pro ochranné zábradlí :	4320 Kč/m ³	4 017,60 Kč
Řezivo pro ohrazení prostupů deskou :	4320 Kč/m ³	388,80 Kč
Řezivo pro obednění čela desky :	4320 Kč/m ³	6 523,20 Kč
Doprava a manipulace :		160 Kč
CELKEM		11 089,60 Kč

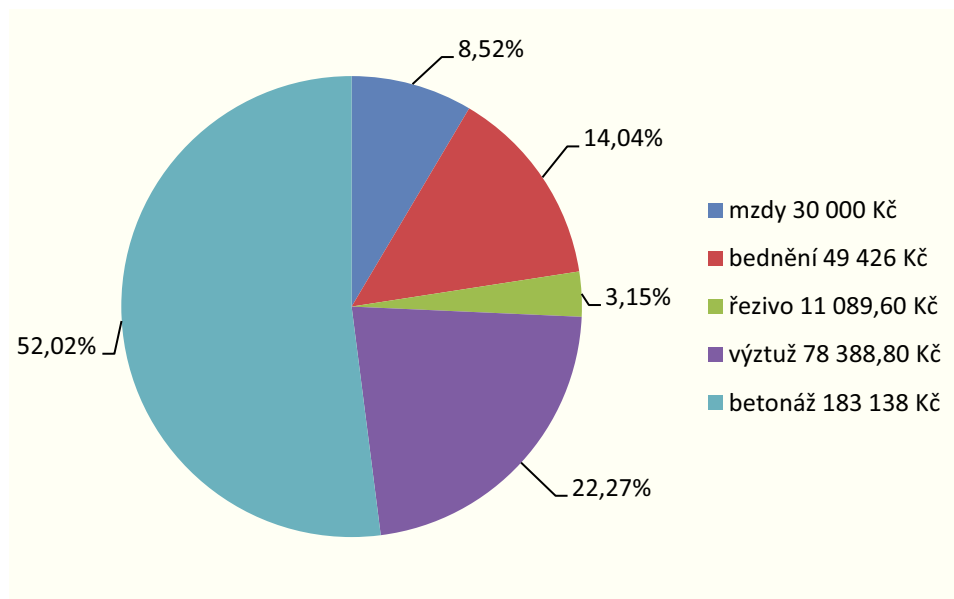
Náklady na armování:

Nosná výztuž z Kari sítí :	64 045,80 Kč
Vázaná výztuž ztužujících věnců :	13 543 Kč
Doprava :	800 Kč
CELKEM	78 388,80 Kč

Náklady spojené s betonáží:

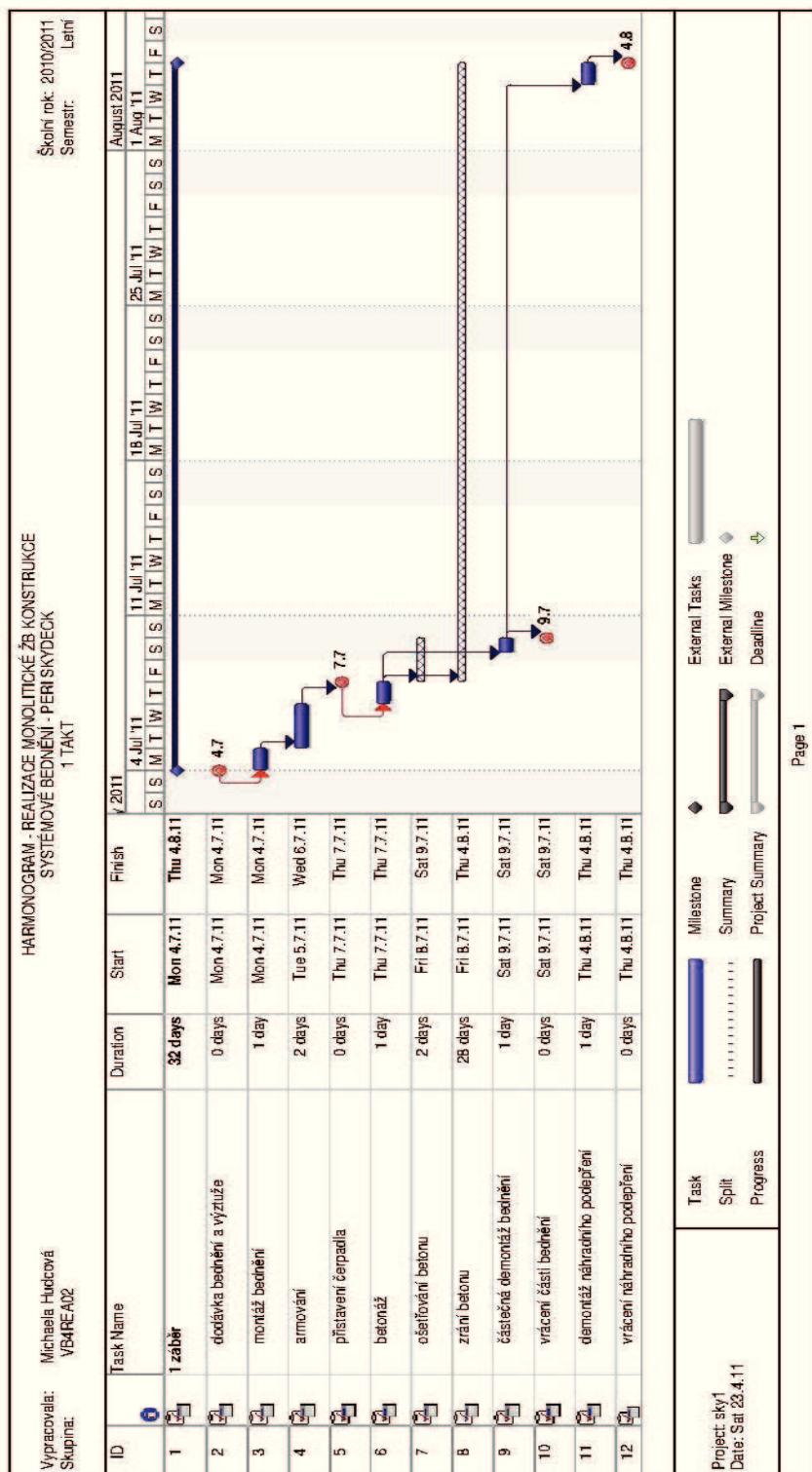
Cena betonové směsi :	2452,8 Kč/m ³	154 526,40 Kč
Doprava betonové směsi :	208,8 Kč/m ³	13 154,40 Kč
Použití čerpadla betonu :	2940 Kč/hod	13 230 Kč
Jízda čerpadla tam a zpět :	58,8 Kč/km	823,20 Kč
PE fólie na překrytí konstrukce :	4,68 Kč/m ²	1 404 Kč
CELKEM		183 138 Kč

Na základě dílčích rozpočtů můžeme sestavit graf procentuálního podílů jednotlivých složek na celkovou cenu procesu, která činí **352 042,40 Kč**.



Graf č. 4: Procentuální podíl složek na celkovou cenu procesu – Varianta 1

2.1.11. Časový harmonogram pro variantu č. 1



2.2. Varianta s použitím systémového bednění PERI SKYDECK ve dvou taktech

2.2.1. Návrh bednění

Pro tuto variantu je stejně jako v první variantě navrženo systémové bednění PERI SKYDECK - panelové stropní bednění z vysokopevnostního hliníku s možností velmi časného odbednění (viz podkapitola 2.1.1. *Návrh bednění*, str. 3). Pro montáž ani demontáž bednění není potřeba žádné mechanizace. Hmotnost bednicí sady je 6,5t.

2.2.2. Návrh počtu taktů (pracovních záběrů)

Montáž systémového bednění je navržena ve dvou pracovních záběrech. Plocha potřebná k vybednění prvního záběru je 157,11m², plocha v druhém záběru je 112m². Panelové bednění bude na stavenišť dodáno spolu s potřebným příslušenstvím v rámci jedné dodávky, kterou vyexpeduje firma PERI. Materiál bude přepravován automobilem s vlekm a hydraulickou rukou. Nejprve proběhne montáž bednění v prvním taktu, následně bude provedeno uložení výztuže a betonáž ve vybedněném záběru. Po uplynutí doby dvou dní, tj. doby stanovené výrobcem bednění^[1] pro možnost částečného odbednění konstrukce při tloušťce desky 200mm (viz *Tabulka č. 1: Směrné hodnoty pro odbednění pro systém padacích hlav*, str. 6), budou demontovány některé dílce bednění (viz. příložená výkresová dokumentace). Tyto dílce pak budou použity v druhém pracovním záběru. Proběhne vyarmování tohoto taktu a následná betonáž. Betonované části budou odděleny pracovní spárou. Po částečném odbednění druhého taktu bude bednění odvezeno. Na místě zůstane náhradní podepření, které bude po 26-ti dnech po třetí betonáži odstraněno a společně vráceno.

2.2.3. Navržená strojní sestava

Pro druhou variantu je navržena stejná sestava jako v prvním případě (viz. podkapitola 2.1.3. *Navržená strojní sestava*, str. 4) doplněna o domíchávače o objemu bubnu 8 a 6 m³ na podvozku Scania a o objemu 4m³ na podvozku Tatra.

2.2.4. Návrh složení a velikosti pracovní čety a výpočet doby montáže bednění

Pro montáž bednění v prvním taktu je navržena pracovní četa o dvou pracovnících, z nichž jeden je mistr, který zodpovídá za kvalitu prováděných prací, a druhý je zaučený stavební dělník obeznámený s technologickým postupem prováděných prací. Sestavení bednění v druhém záběru bude probíhat ihned po odbednění prvního taktu. Pro vykonání obou činností je navržena totožná pracovní četa o třech pracovnících, z nichž jeden je mistr.

Výpočet doby montáže bednění vychází z hodnoty pracnosti uváděné výrobcem bednění a z počtu nasazených pracovníků. Hodnota pracnosti je 0,12h/m².

$$T_M = \frac{P_M * A_M}{n} = \frac{0,12 * 157,11}{2} = \mathbf{9,43\ h} \quad [V1]$$

$$T_M = \frac{P_M * A_M}{n} = \frac{0,12 * 112}{3} = \mathbf{4,48\ h} \quad [V1]$$

Z provedeného výpočtu vyplývá, že montáž bednění v prvním taktu proběhne v rámci jedné směny, přičemž bude pracovní doba prodloužena o dvě hodiny. Vybednění druhého záběru proběhne taktéž během jedné směny společně s odbedněním prvního záběru.

2.2.5. Návrh složení a velikosti pracovní čety a výpočet doby železářských prací

Pro provádění železářských prací v prvním záběru je navržena pracovní četa o čtyřech pracovnících, z nichž jeden je mistr, vyučený betonář - železář, a zodpovídá za kvalitu prováděných prací. Ostatní jsou zaučení stavební dělníci obeznámení s technologickým postupem prováděných prací. Práce v druhém záběru bude provádět kolektiv o třech pracovnících, z nichž jeden je mistr.

Výpočet doby ukládání výztuže je stanoven z orientačního počtu normohodin pro armovací práce vyplývajícího z položkového rozpočtu. Celkový počet normohodin pro první takt je 36,02Nh, pro druhý záběr 23,71Nh.

$$T_A = \frac{N_A}{n} = \frac{36,02}{4} = 9,01 \text{ h} \quad [V2]$$

$$T_A = \frac{N_A}{n} = \frac{23,71}{3} = 7,90 \text{ h} \quad [V2]$$

Z uvedeného výpočtu vyplývá, že armovací práce prvního záběru proběhnou v rámci jedné směny prodloužené o jednu hodinu. Druhý takt bude vyarmován během klasické pracovní doby.

2.2.6. Návrh dodání betonové směsi a postupu betonáže

Navržená betonová směs C25/30 bude stejně jako v první variantě dovezena v podobě transportbetonu z ostravské betonárny ZAPA vzdálené od staveniště 7km. Doprava betonu pro vybetonování prvního záběru bude zajištěna dvěma autodomíchávači o objemu 9m³, které budou směs postupně přivážet. Dále pak jedním vozem o objemu 8m³ a poslední dodávku dopraví vozidlo o objemu 4m³. Pro dopravení 39m³ betonové směsi bude tedy zapotřebí pěti dodávek transportbetonu. Pro realizaci druhého taktu bude potřeba 24m³ betonové směsi. Ta bude dopravena dvěma autodomíchávači o objemu 9m³ a jedním o objemu 6m³. Čerpání a ukládání betonové směsi bude provedeno čerpadlem o dosahu 34/30m poskytnutým dodavatelem betonu. Čerpadlo bude na stavenišť přistaveno vždy společně s první dodávkou transportbetonu. Betonáž prvního záběru bude prováděna plynule z místa stanoveného ve výkresové dokumentaci zařízení staveniště směrem od čerpadla k místu předepsané pracovní spáry (viz. výkres tvaru). Pracovní spára bude opatřena vložením dřevocementové desky Heraklith C tloušťky 25mm do bednění před zahájením betonáže. Betonová směs bude ukládána v jedné vrstvě odpovídající tloušťce desky, tj. 200mm a následně bude uložena vrstva hutněna ponornými vibrátory Perles ERGO 525T ve směru shodném s postupem betonáže. Po dokončení hutnění bude povrch desky hlazen ručními plastovými hladíčkami tak, aby byly odstraněny nerovnosti vzniklé v důsledku předcházejících činností. Takto upravená konstrukce bude překryta PE foliemi a ty zde budou ponechány po dobu dvou následujících dnů. Druhý záběr bude realizován obdobným způsobem směrem od pracovní spáry k východní části budovy. Čerpadlo bude přistaveno na shodné místo jako u prvního záběru.

2.2.7. Návrh složení a velikosti pracovní čety a výpočet doby betonáže

Betonáž obou záběrů bude provádět pracovní četa o čtyřech pracovnících, z nichž jeden je mistr, vyučený betonář - železář, a zodpovídá za kvalitu prováděných prací. Ostatní jsou zaučení stavební dělníci obeznámení s technologickým postupem prováděných prací. Četa provádí ukládání betonové směsi, její následné rozprostření lopatami, hutnění a hlazení povrchu desky.

Stanovení doby betonáže vychází z času potřebného ke zpracování dodávky jednoho autodomíchávače, což je dle možností a schopností pracovní čety cca 30min. Pro zpracování pěti dodávek transportbetonu pro první záběr je to tedy cca 2,5 hodin. Při nasazení tří dodávek v druhém záběru je to pak cca 1,5 hodin. Betonáže obou taktů podle těchto propočtů proběhnou každá během jedné směny.

2.2.8. Návrh složení a velikosti pracovní čety a výpočet doby částečného odbednění

Pro částečné odbednění prvního taktu je navržena pracovní četa o třech pracovnících, z nichž jeden je mistr, který zodpovídá za kvalitu prováděných prací, a ostatní jsou zaučení stavební dělníci obeznámení s technologickým postupem prováděných prací. Tato četa ihned po demontáži sestaví bednění pro druhý záběr. Ten pak bude částečně odbedněn četou o dvou pracovnících, z nichž jeden je mistr.

Částečné odbednění lze provést dle podkladů výrobce bednění^[1] při dané tloušťce stropní desky 200mm a při předpokládané průměrné teplotě 20⁰C již po dvou dnech od betonáže (viz. *Tabulka č. 1: Směrné hodnoty pro odbednění pro systém padacích hlav*, str. 6).

Výpočet doby částečného odbednění vychází z hodnoty pracnosti uváděné výrobcem bednění a z počtu nasazených pracovníků. Hodnota pracnosti je 0,08h/m².

$$T_0 = \frac{P_0 \cdot A_0}{n} = \frac{0,08 \cdot 157,11}{3} = 4,19 \text{ h} \quad [V3]$$

$$T_O = \frac{P_O * A_O}{n} = \frac{0,08 * 112}{2} = \mathbf{4,48\ h} \quad [V3]$$

Z provedeného výpočtu vyplývá, že částečné odbednění prvního taktu včetně montáže bednění pro takt následující bude provedena v rámci jedné směny. Taktéž demontáž v druhém záběru bude zrealizována během jedné směny.

2.2.9. Návrh složení a velikosti pracovní čety a výpočet doby odstranění náhradního podepření

Náhradní podepření může být odstraněno až po dosažení 100% hodnoty krychelné pevnosti betonu, tj. 30MPa a u betonu se středním nárůstem pevností jí bude dosaženo po 28 dnech od zpracování betonové směsi. Hodnota se ověří tvrdoměrnou zkouškou odrazovým tvrdoměrem dle příslušné normy^[8].

Výpočet doby odstranění náhradního podepření vychází z hodnoty pracnosti uváděné výrobcem bednění a z počtu nasazených pracovníků. Tuto činnost bude v obou taktech provádět jeden pracovník, který zároveň demontovaný materiál uloží na palety a přichystá ho k vrácení. Hodnota pracnosti je 0,05h/ks.

$$T_P = \frac{P_P * S}{n} = \frac{0,05 * 37}{1} = \mathbf{1,85\ h} \quad [V4]$$

$$T_P = \frac{P_P * S}{n} = \frac{0,05 * 25}{1} = \mathbf{1,25\ h} \quad [V4]$$

Z výpočtů je patrné, že demontáž náhradního podepření a jeho připravení k vrácení bude v obou záběrech provedeno v rámci jedné směny.

2.2.10. Podrobný rozpočet pro variantu č. 2

Podle vypracovaného časového harmonogramu prací připadá na variantu č. 2 jedna pracovní sobota pro armování druhého záběru. Betonáž tohoto záběru a odstranění náhradního

podepření včetně jeho odvozu budou provedeny v rámci pracovních nedělí. Dále z propočtů vyplývá, že pro montáž bednění prvního celku bude nutno prodloužit pracovní dobu o dvě hodiny a pro následné železářské činnosti o jednu hodinu. Příplatek pro práci přesčas a pro pracovní soboty činí 25% k základní sazbě, pro pracovní neděle 50%. Navíc bude dodavatelem transportbetonu navýšena cena o 5% z celkové fakturace dle platného ceníku^[4] a obchodních podmínek.

Náklady na mzdy pracovníků:

Bednicí práce :	2 pracovníci	8 hodin	200 Kč/hod	3 200 Kč
+ práce přesčas	2 pracovníci	2 hodiny	250 Kč/hod	1 000 Kč
Armovací práce :	4 pracovníci	8 hodin	200 Kč/hod	7 200 Kč
+ práce přesčas	4 pracovníci	1 hodina	250 Kč/hod	1 000 Kč
Betonáž a související činnosti :	4 pracovníci	4 hodiny	200 Kč/hod	3 200 Kč
Částečné odbednění :	3 pracovníci	4 hodiny	200 Kč/hod	2 400 Kč
Bednicí práce :	3 pracovníci	4 hodiny	200 Kč/hod	2 400 Kč
Armovací práce :	3 pracovníci	8 hodin	250 Kč/hod	6 000 Kč
Betonáž a související činnosti :	4 pracovníci	3 hodiny	300 Kč/hod	3 600 Kč
Částečné odbednění :	2 pracovníci	5 hodin	200 Kč/hod	2 000 Kč
Odstranění podepření :	1 pracovník	2 hodiny	200 Kč/hod	400 Kč
Odstranění podepření :	1 pracovník	2 hodiny	300 Kč/hod	600 Kč
CELKEM				33 000 Kč

Náklady spojené s bedněním:

Cena sady bednění - nájem :	13,5 Kč/m ² /den	2140 Kč/den	19 260 Kč
Cena náhradního podepření - nájem :	1,35 Kč/m ² /den	365 Kč/den	9 490 Kč
Dořezová překližka + separační olej - koupě :			8 340 Kč
Sloupky zábradlí - nájem :	3 Kč/bm/den	258 Kč/den	9 030 Kč
Doprava prvků pro bednění :		32 Kč/km	480 Kč
Manipulace hydraulickou rukou :		500 Kč/hod	500 Kč
Odvoz části sady :		32 Kč/km	480 Kč
Manipulace hydraulickou rukou :		500 Kč/hod	500 Kč
Odvoz náhradního podepření :		32 Kč/km	480 Kč
Manipulace hydraulickou rukou :		500 Kč/hod	500 Kč
CELKEM			49 060 Kč

Náklady na stavební řezivo:

Řezivo pro ochranné zábradlí :	4320 Kč/m ³	4 017,60 Kč
Řezivo pro ohrazení prostupů deskou :	4320 Kč/m ³	388,80 Kč
Řezivo pro obednění čela desky :	4320 Kč/m ³	6 523,2 Kč
Heraklith pro pracovní spáru :	130 Kč/ks	390 Kč
Doprava a manipulace		160 Kč
CELKEM		11 479,60 Kč

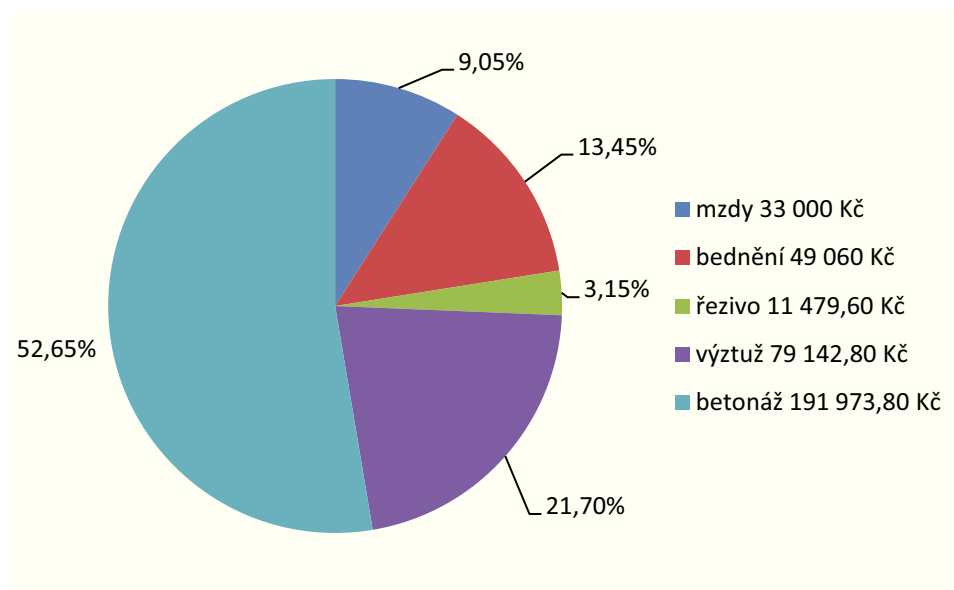
Náklady na armování:

Nosná výztuž z Kari sítí :	64 045,80 Kč
Vázaná výztuž ztužujících věnců :	14 297 Kč
Doprava :	800 Kč
CELKEM	79 142,80 Kč

Náklady spojené s betonáží:

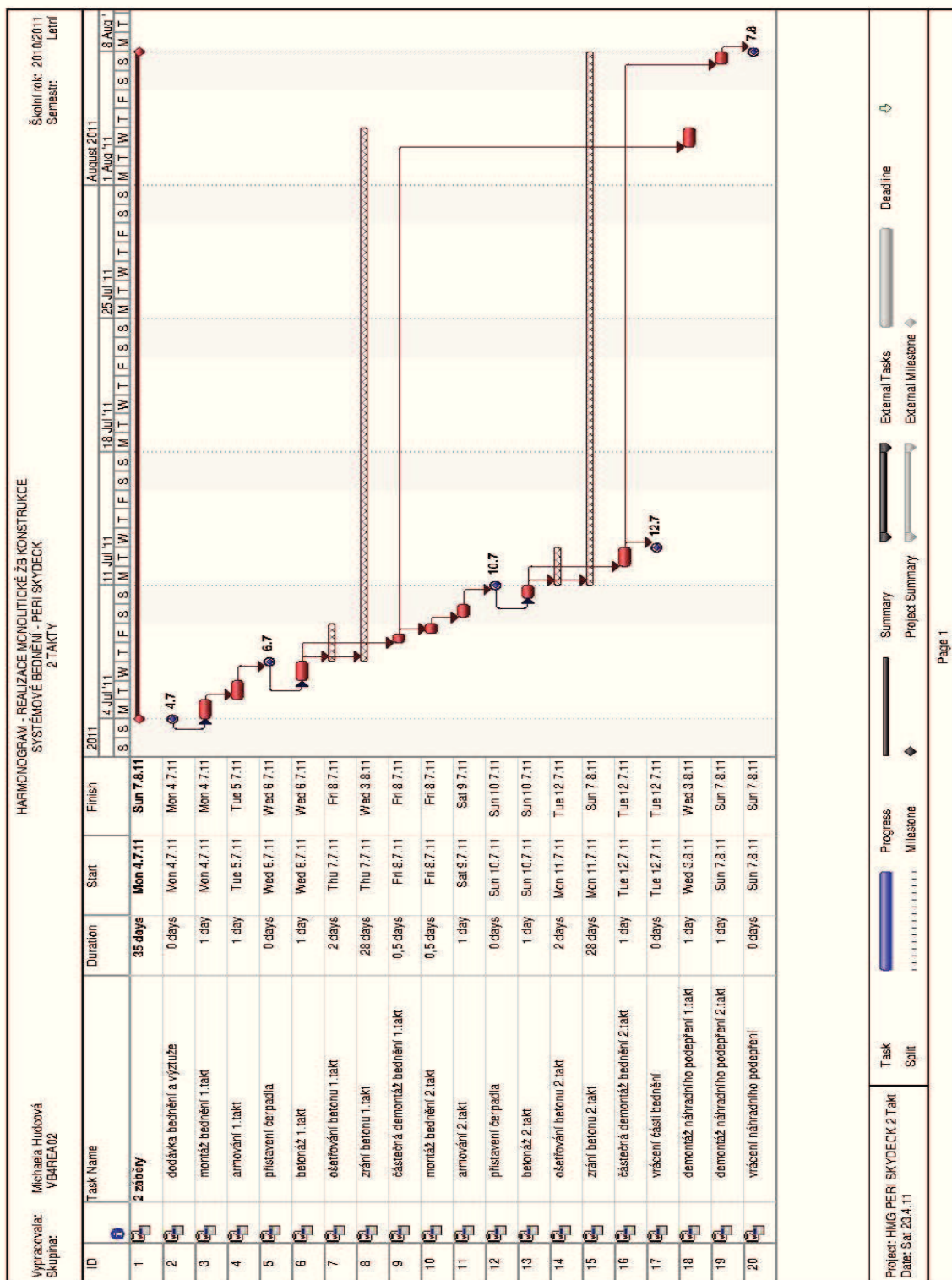
Cena betonové směsi :	2452,8 Kč/m ³	95 659,20 Kč
Doprava betonové směsi :	208,8 Kč/m ³	8 143,20 Kč
Použití čerpadla betonu :	2940 Kč/hod	10 290 Kč
Jízda čerpadla tam a zpět :	58,8 Kč/km	823,20 Kč
Cena betonové směsi :	2452,8 Kč/m ³	58 867,20 Kč
Doprava betonové směsi :	208,8 Kč/m ³	5011, 20 Kč
Použití čerpadla betonu :	2940 Kč/hod	7 350 Kč
Jízda čerpadla tam a zpět :	58,8 Kč/km	823,20 Kč
+ příplatek za víkend	5%	3 602,60 Kč
PE fólie na překrytí konstrukce :	4,68 Kč/m ²	1 404 Kč
CELKEM		191 973,80 Kč

Na základě dílčích rozpočtů můžeme sestavit graf procentuálního podílů jednotlivých složek na celkovou cenu procesu, která činí **364 656,20 Kč**.



Graf č.5: Procentuální podíl složek na celkovou cenu procesu – Varianta 2

2.2.10. Časový harmonogram pro variantu č. 2



2.3. Varianta s použitím systémového bednění PERI SKYDECK ve třech taktch

2.3.1. Návrh bednění

Pro tuto variantu je stejně jako v první a druhé variantě navrženo systémové bednění PERI SKYDECK - panelové stropní bednění z vysokopevnostního hliníku s možností velmi časného odbednění (viz podkapitola 2.1.1. *Návrh bednění*, str. 2). Pro montáž ani demontáž bednění není potřeba žádné mechanizace. Hmotnost bednicí sady je 5,5t.

2.3.2. Návrh počtu taktů (pracovních záběrů)

Montáž systémového bednění je navržena ve třech pracovních záběrech. Plocha potřebná k vybednění prvního záběru je 112m^2 , plocha v druhém záběru $73,75\text{m}^2$ a pro třetí takt zbývá plocha $83,36\text{m}^2$. Panelové bednění bude na stavenišť dodáno spolu s potřebným příslušenstvím v rámci jedné dodávky, kterou vyexpeduje firma PERI. Materiál bude přepravován automobilem s vlekem a hydraulickou rukou. Nejprve proběhne montáž bednění v prvním taktu, následovat budou železářské práce a betonáž ve vybedněném záběru. Po uplynutí doby dvou dní, tj. doby stanovené výrobcem bednění pro možnost částečného odbednění konstrukce při tloušťce desky 200mm (viz *Tabulka č. 1: Směrné hodnoty pro odbednění pro systém padacích hlav*, str. 6), budou demontovány některé dílce bednění (viz. příložená výkresová dokumentace). Tyto dílce pak budou použity v druhém pracovním záběru. Po vyarmování tohoto taktu se provede betonáž. Opět po uplynutí doby dvou dní budou určité prvky odbedněny a použity pro sestavení posledního taktu. Proběhne vyvázání výztuže a třetí uložení betonové směsi. Betonované části budou odděleny pracovními spárami. Po částečném odbednění třetího taktu bude bednění odvezeno. Na místě zůstane náhradní podepření, které bude po 26-ti dnech po třetí betonáži odstraněno a společně vráceno.

2.3.3. Navržená strojní sestava

Strojní sestava pro třetí variantu je shodná s mechanismy potřebnými pro realizaci v druhém případě (viz. 2.2.3. *Navržená strojní sestava*, str. 12).

2.3.4. Návrh složení a velikosti pracovní čety a výpočet doby montáže bednění

Pro montáž bednění v prvním taktu je navržena pracovní četa o dvou pracovnících, z nichž jeden je mistr, který zodpovídá za kvalitu prováděných prací, a druhý je zaučený stavební dělník obeznámený s technologickým postupem prováděných prací. Sestavení bednění v druhém záběru bude probíhat ihned po odbednění prvního taktu. Pro vykonání obou činností je navržena totožná pracovní četa o dvou pracovnících, z nichž jeden je mistr. Stejný kolektiv bude demontovat dílce druhého záběru a sestavovat poslední takt.

Výpočet doby montáže bednění vychází z hodnoty pracovních uváděné výrobcem bednění a z počtu nasazených pracovníků. Hodnota pracovní je 0,12h/m².

$$T_M = \frac{P_M * A_M}{n} = \frac{0,12 * 112}{2} = 6,72 \text{ h} \quad [V1]$$

$$T_M = \frac{P_M * A_M}{n} = \frac{0,12 * 73,75}{2} = 4,43 \text{ h} \quad [V1]$$

$$T_M = \frac{P_M * A_M}{n} = \frac{0,12 * 83,36}{2} = 5,00 \text{ h} \quad [V1]$$

Z těchto výpočtů vidíme, že montáž bednění v prvním taktu proběhne v rámci jedné směny. Vybednění druhého záběru proběhne taktéž během jedné směny společně s odbedněním prvního záběru. Stejně tak i demontáž druhého taktu včetně sestavení posledního.

2.3.5. Návrh složení a velikosti pracovní čety a výpočet doby železářských prací

Pro provádění železářských prací ve všech třech záběrech je navržena pracovní četa o třech pracovnících, z nichž jeden je mistr, vyučený betonář - železář, a zodpovídá za kvalitu prováděných prací. Ostatní jsou zaučení stavební dělníci obeznámení s technologickým postupem prováděných prací. Armování druhého a třetího taktu bude probíhat v rámci jedné směny s příslušnou betonáží.

Výpočet doby ukládání výztuže je stanoven z orientačního počtu normohodin pro armovací práce vyplývajícího z položkového rozpočtu. Celkový počet normohodin pro první takt je 23,71Nh, pro druhý záběr 16,22Nh a pro poslední 19,81Nh.

$$T_A = \frac{N_A}{n} = \frac{23,71}{3} = 7,90 \text{ h} \quad [V2]$$

$$T_A = \frac{N_A}{n} = \frac{16,22}{3} = 5,41 \text{ h} \quad [V2]$$

$$T_A = \frac{N_A}{n} = \frac{19,81}{3} = 6,60 \text{ h} \quad [V2]$$

Z provedeného výpočtu vyplývá, že armovací práce prvního záběru proběhnou v rámci jedné směny, stejně tak práce v druhém i třetím taktu.

2.3.6. Návrh dodání betonové směsi a postupu betonáže

Navržená betonová směs C25/30 bude stejně jako v první a druhé variantě dovezena v podobě transportbetonu z ostravské betonárny ZAPA vzdálené od staveniště 7km. Doprava betonu pro vybetonování prvního záběru bude zajištěna dvěma autodomíchávači o objemu 9m³, které budou směs postupně přivážet. Poslední dodávku dopraví vozidlo o objemu 6m³. Pro dopravení 24m³ betonové směsi bude tedy zapotřebí tří dodávek transportbetonu. Pro realizaci druhého taktu bude potřeba 17m³ betonové směsi. Ta bude dopravena jedním autodomíchávačem o objemu 9m³ a druhým o objemu 8m³. V posledním záběru bude nutno uložit 22m³ transportbetonu. Sestava je navržena jako dva vozy o objemu 9m³ a jeden o 4m³. Čerpání a ukládání betonové směsi bude provedeno čerpadlem o dosahu 34/30m poskytnutým dodavatelem betonu. Čerpadlo bude na staveniště přistaveno vždy společně s první dodávkou transportbetonu. Betonáž prvního záběru bude prováděna plynule z místa stanoveného ve výkresové dokumentaci zařízení staveniště směrem od východní části budovy k místu předepsané pracovní spáry (viz. výkres tvaru). Pracovní spára bude opatřena vložením dřevocementové desky Heraklith C tloušťky 25mm do bednění před zahájením betonáže. Betonová směs bude ukládána v jedné vrstvě odpovídající tloušťce desky, tj. 200mm a následně bude uložená vrstva hutněna ponornými vibrátory Perles ERGO 525T ve směru

shodném s postupem betonáže. Po dokončení hutnění bude povrch desky hlazen ručními plastovými hladíčkami tak, aby byly odstraněny nerovnosti vzniklé v důsledku předcházejících činností. Takto upravená konstrukce bude překryta PE foliemi a ty zde budou ponechány po dobu dvou následujících dnů. Druhý záběr bude realizován obdobným způsobem směrem od pracovní spáry k čerpadlu po další předepsanou pracovní spáru. Na tu pak naváže betonáž posledního úseku. Čerpadlo bude vždy přistaveno na shodné místo jako u prvního záběru.

2.3.7. Návrh složení a velikosti pracovní čety a výpočet doby betonáže

Betonáž všech záběrů bude opět provádět pracovní kolektiv o čtyřech pracovnících, z nichž jeden je mistr, vyučený betonář - železář, a zodpovídá za kvalitu prováděných prací. Ostatní jsou zaučení stavební dělníci obeznámení s technologickým postupem prováděných prací. Četa provádí ukládání betonové směsi, její následné rozprostření lopatami, hutnění a hlazení povrchu desky.

Stanovení doby betonáže vychází z času potřebného ke zpracování dodávky jednoho autodomíchávače, což je dle možností a schopností pracovní čety cca 30min. Pro zpracování tří dodávek transportbetonu pro první záběr je to tedy cca 1,5 hodin. Při nasazení dvou dodávek v druhém záběru je to pak cca 1 hodina s při sestavě pro poslední takt, tj. tří vozidel, činí doba opět přibližně 1,5 hodin. Betonáže všech úseků podle těchto propočtů proběhnou v rámci jedné směny, přičemž zprarování směsi ve druhém a třetím záběru bude provedeno ihned po přejímce železářských prací ještě téhož dne.

2.3.8. Návrh složení a velikosti pracovní čety a výpočet doby částečného odbednění

Pro částečné odbednění všech tří taktů je navržena pracovní četa o dvou pracovnících, z nichž jeden je mistr, který zodpovídá za kvalitu prováděných prací, a druhý je zaučený stavební dělník obeznámený s technologickým postupem prováděných prací. Tato četa vždy následně ihned po demontáži sestaví bednění pro další záběr.

Částečné odbednění lze provést dle podkladů výrobce bednění^[1] při dané tloušťce stropní desky 200mm a při předpokládané průměrné teplotě 20°C již po dvou dnech od betonáže (viz. *Tabulka č. 1: Směrné hodnoty pro odbednění pro systém padacích hlav*, str. 6).

Výpočet doby částečného odbednění vychází z hodnoty pracnosti uváděné výrobcem bednění a z počtu nasazených pracovníků. Hodnota pracnosti je 0,08h/m².

$$T_0 = \frac{P_0 * A_0}{n} = \frac{0,08 * 112}{2} = \mathbf{4,48\ h} \quad [V3]$$

$$T_0 = \frac{P_0 * A_0}{n} = \frac{0,08 * 73,75}{2} = \mathbf{2,95\ h} \quad [V3]$$

$$T_0 = \frac{P_0 * A_0}{n} = \frac{0,08 * 83,36}{2} = \mathbf{3,33\ h} \quad [V3]$$

Z výše uvedených výpočtů vyplývá, že částečné odbednění prvního taktu včetně montáže bednění pro takt následující bude provedena v rámci jedné směny. Taktéž demontáž v druhém záběru a sestavení třetího úseku bude zrealizována během jedné směny, jakož i jeho odbednění.

2.3.9. Návrh složení a velikosti pracovní čety a výpočet doby odstranění náhradního podepření

Náhradní podepření může být odstraněno až po dosažení 100% hodnoty krychelné pevnosti betonu, tj. 30MPa a u betonu se středním nárůstem pevností jí bude dosaženo po 28 dnech od zpracování betonové směsi. Hodnota se ověří tvrdoměrnou zkouškou odrazovým tvrdoměrem dle příslušné normy^[8].

Výpočet doby odstranění náhradního podepření vychází z hodnoty pracnosti uváděné výrobcem bednění a z počtu nasazených pracovníků. Tuto činnost bude ve všech taktech provádět jeden pracovník, který zároveň demontovaný materiál uloží na palety a přichystá ho k vrácení. Hodnota pracnosti je 0,05h/ks.

$$T_p = \frac{P_p * S}{n} = \frac{0,05 * 25}{1} = \mathbf{1,25\ h} \quad [V4]$$

$$T_p = \frac{P_p * S}{n} = \frac{0,05 * 19}{1} = \mathbf{0,95\ h} \quad [V4]$$

$$T_p = \frac{P_p * S}{n} = \frac{0,05 * 18}{1} = \mathbf{0,90\ h} \quad [V4]$$

Z provedeného výpočtu vyplývá, že demontáž náhradního podepření a jeho připravení k vrácení bude v obou záběrech provedeno v během jedné směny.

2.3.10. Podrobný rozpočet pro variantu č. 3

Podle vypracovaného časového harmonogramu prací připadají na variantu č. 3 dvě pracovní soboty a to pro armování, betonáž a odstranění náhradního podepření druhého taktu. Příplatek činí 25% k základní sazbě. Navíc bude dodavatelem transportbetonu navýšena cena o 5% z celkové fakturace dle platného ceníku^[4] a obchodních podmínek.

Náklady na mzdy pracovníků:

Bednicí práce :	2 pracovníci	7 hodin	200 Kč/hod	2 800 Kč
Armovací práce :	3 pracovníci	8 hodin	200 Kč/hod	4 800 Kč
Betonáž a související činnosti :	4 pracovníci	3 hodiny	200 Kč/hod	2 400 Kč
Částečné odbednění :	2 pracovníci	4 hodiny	200 Kč/hod	1 600 Kč
Bednicí práce :	2 pracovníci	4 hodiny	200 Kč/hod	1 600 Kč
Armovací práce :	3 pracovníci	6 hodin	250 Kč/hod	4 500 Kč
Betonáž a související činnosti :	4 pracovníci	2 hodiny	250 Kč/hod	2 000 Kč
Částečné odbednění :	2 pracovníci	3 hodin	200 Kč/hod	1 200 Kč
Bednicí práce :	2 pracovníci	5 hodin	200 Kč/hod	2 000 Kč
Armovací práce :	3 pracovníci	7 hodin	200 Kč/hod	4 200 Kč
Betonáž a související činnosti :	4 pracovníci	3 hodin	200 Kč/hod	2 400 Kč
Částečné odbednění :	2 pracovníci	4 hodiny	200 Kč/hod	1 600 Kč
Odstranění podepření :	1 pracovník	2 hodiny	200 Kč/hod	400 Kč
Odstranění podepření :	1 pracovník	1 hodina	250 Kč/hod	250 Kč
Odstranění podepření :	1 pracovník	1 hodina	200 Kč/hod	200 Kč
CELKEM				31 950 Kč

Náklady spojené s bedněním:

Cena sady bednění - nájem :	15,4 Kč/m ² /den	1720 Kč/den	18 920 Kč
Cena náhradního podepření - nájem :	1,35 Kč/m ² /den	365 Kč/den	9 490 Kč
Dořezová překližka + separační olej - koupě :			8 340 Kč
Sloupky zábradlí - nájem :	3 Kč/bm/den	258 Kč/den	9 546 Kč
Doprava prvků pro bednění :		32 Kč/km	480 Kč
Manipulace hydraulickou rukou :		500 Kč/hod	500 Kč
Odvoz části sady :		32 Kč/km	480 Kč
Manipulace hydraulickou rukou :		500 Kč/hod	500 Kč
Odvoz náhradního podepření :		32 Kč/km	480 Kč
Manipulace hydraulickou rukou :		500 Kč/hod	500 Kč
CELKEM			49 236 Kč

Náklady na stavební řezivo:

Řezivo pro ochranné zábradlí :	4320 Kč/m ³	4 017,60 Kč
Řezivo pro ohrazení prostupů deskou :	4320 Kč/m ³	388,80 Kč
Řezivo pro obednění čela desky :	4320 Kč/m ³	6 523,20 Kč
Heraklith pro pracovní spáru :	130 Kč/ks	650 Kč
Doprava a manipulace		160 Kč
CELKEM		11 739,60 Kč

Náklady na armování:

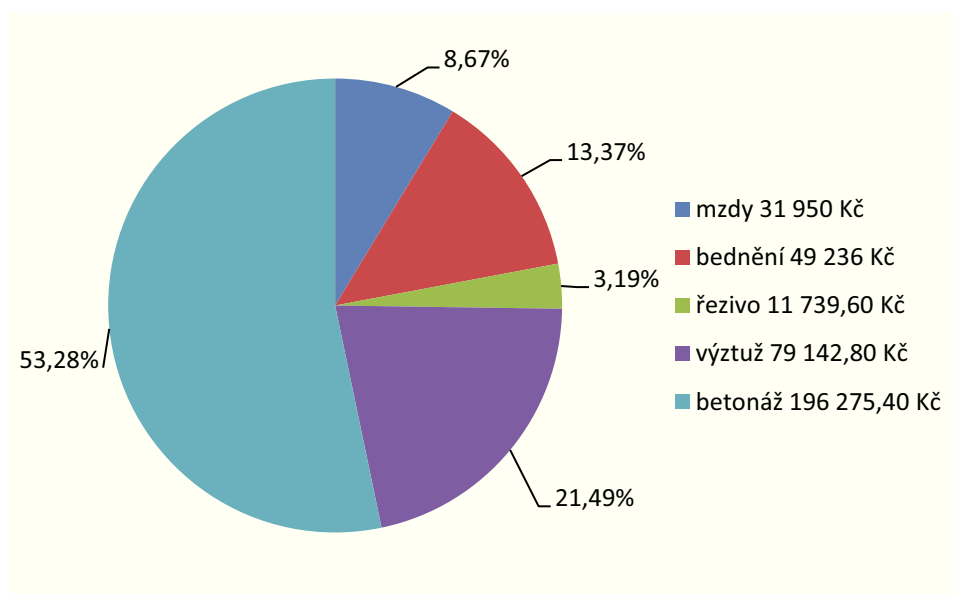
Nosná výztuž z Kari sítí :	64 045,80 Kč
Vázaná výztuž ztužujících věnců :	14 297 Kč
Doprava :	800 Kč
CELKEM	79 142,80 Kč

Náklady spojené s betonáží:

Cena betonové směsi :	2452,8 Kč/m ³	58 867,20 Kč
Doprava betonové směsi :	208,8 Kč/m ³	5 011,20 Kč
Použití čerpadla betonu :	2940 Kč/hod	7 350 Kč
Jízda čerpadla tam a zpět :	58,8 Kč/km	823,20 Kč
Cena betonové směsi :	2452,8 Kč/m ³	41 697,60 Kč
Doprava betonové směsi :	208,8 Kč/m ³	3 549,60 Kč
Použití čerpadla betonu :	2940 Kč/hod	7 350 Kč
Jízda čerpadla tam a zpět :	58,8 Kč/km	823,20 Kč
+ příplatek za víkend	5%	2 671 Kč
Cena betonové směsi :	2452,8 Kč/m ³	53 961,60 Kč
Doprava betonové směsi :	208,8 Kč/m ³	4 593,60 Kč
Použití čerpadla betonu :	2940 Kč/hod	7 350 Kč

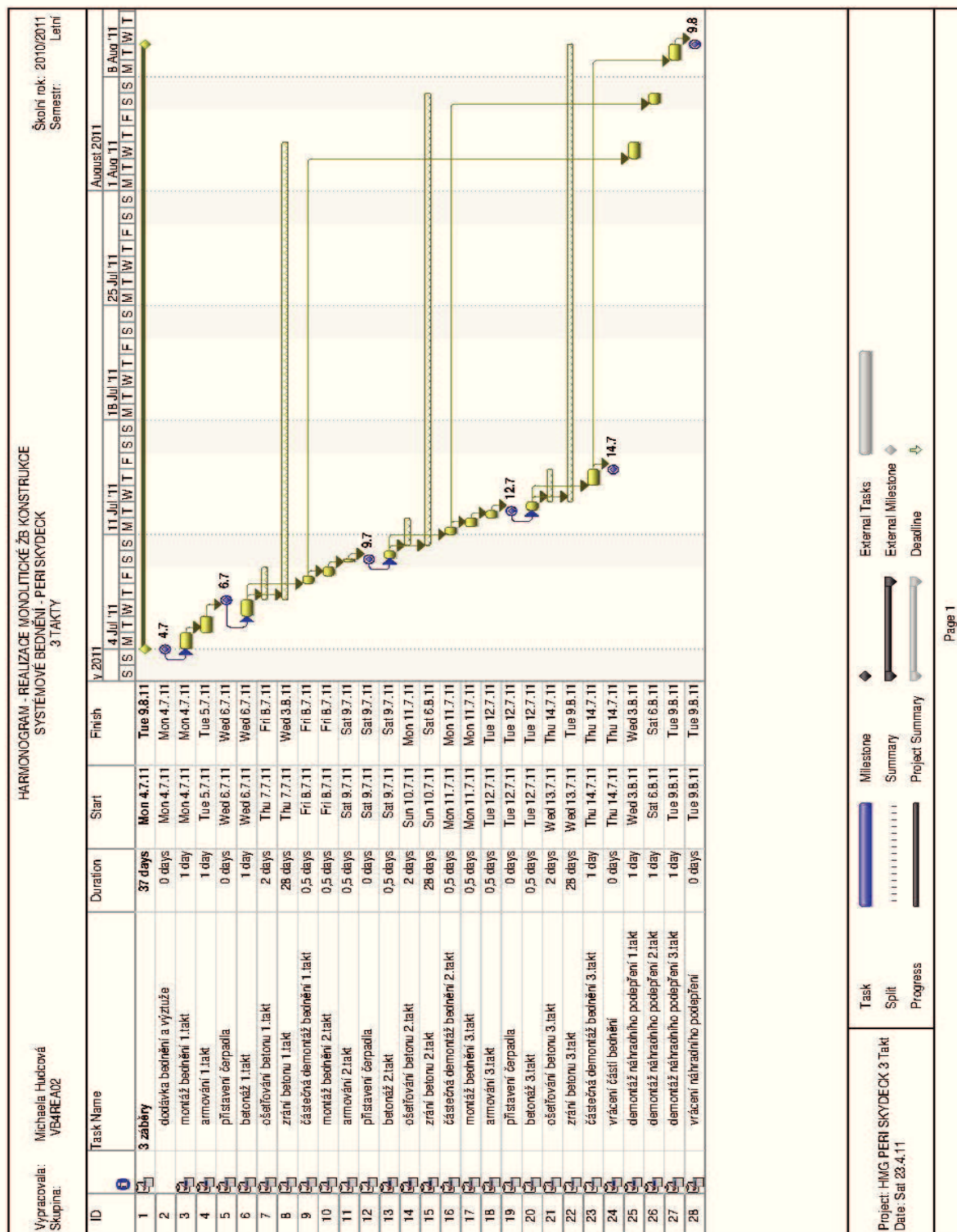
Jízda čerpadla tam a zpět :	58,8 Kč/km	823,20 Kč
PE fólie na překrytí konstrukce :	4,68 Kč/m ²	1 404 Kč
CELKEM		196 275,40 Kč

Na základě dílčích rozpočtů můžeme sestavit graf procentuálního podílů jednotlivých složek na celkovou cenu procesu, která činí **368 343,80 Kč**.



Graf č. 6: Procentuální podíl složek na celkovou cenu procesu – Varianta 3

2.3.10. Časový harmonogram pro variantu č. 3



2.4. Varianta s použitím systémového bednění PERI MULTIFLEX v jednom taktu

2.4.1. Návrh bednění

Pro tuto variantu je navrženo univerzální nosníkové bednění PERI MULTIFLEX. Systém se skládá z dřevěných příhradových nosníků GT 24 pro příčný i podélný směr, ocelových stojek PEP, křížových nebo přímých hlav pro podepření nosníků a trojnožek pro stabilizaci. Nosníkový rošt je překryt betonářskými deskami, které zajišťují požadovanou kvalitu betonové konstrukce. V závislosti na tloušťce stropní desky byly dle podkladů výrobce bednění^[2] navrženy stropní stojky PEP 20 - 300. Bednění není nutno zajistit proti horizontálnímu posunu, jelikož jeho světlá výška nepřesahuje hodnotu 3m. Pro dodržení požadavků na bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na staveništi bude v místech nad volnou hloubkou zřízeno zábradlí pomocí bednicích sloupků 105, jimiž bude zprostředkováno i obednění čela stropní desky. Pro montáž ani demontáž bednění není potřeba žádné mechanizace. Hmotnost bednicí sady je 10,5t.

2.4.2. Návrh počtu taktů (pracovních záběrů)

Montáž nosníkového bednění je navržena na základě následujících výpočtů ve dvou pracovních záběrech vymezených dvěma pracovními směny. Betonáž však bude probíhat najednou pro celou konstrukci, nebude tudíž zapotřebí provádět pracovní spáru. Plocha potřebná k vybednění je $269,11\text{m}^2$. Systémové bednění bude na staveništi dodáno spolu s potřebným příslušenstvím v rámci jedné dodávky, kterou vyexpeduje firma PERI. Materiál bude přepravován automobilem s vlekem a hydraulickou rukou.

2.4.3. Navržená strojní sestava

Pro tento případ je navržena stejná sestava jako v první variantě (viz. podkapitola 2.1.3. *Navržená strojní sestava*, str. 4).

2.4.4. Návrh složení a velikosti pracovní čety a výpočet doby montáže bednění

Pro montáž bednění je navržena pracovní četa o čtyřech pracovnících, z nichž jeden je mistr, který zodpovídá za kvalitu prováděných prací, a ostatní jsou zručení stavební dělníci obeznámení s technologickým postupem prováděných prací.

Výpočet doby montáže bednění vychází z hodnoty pracnosti uváděné výrobcem bednění a z počtu nasazených pracovníků. Hodnota pracnosti je 0,20h/m².

$$T_M = \frac{P_M * A_M}{n} = \frac{0,20 * 269,11}{4} = \mathbf{13,46\ h} \quad [V1]$$

Z tohoto výpočtu vyplývá, že montáž bednění bude rozdělena do dvou pracovních směn. Je tedy patrné, že jde o pracnější postup než v předchozích variantách.

2.4.5. Návrh složení a velikosti pracovní čety a výpočet doby železářských prací

Pro provádění železářských prací je navržena pracovní četa o čtyřech pracovnících, z nichž jeden je mistr, vyučený betonář - železář, a zodpovídá za kvalitu prováděných prací. Ostatní jsou zručení stavební dělníci obeznámení s technologickým postupem prováděných prací.

Výpočet doby ukládání výztuže je stanoven z orientačního počtu normohodin pro armovací práce vyplývajícího z položkového rozpočtu. Celkový počet normohodin je 58,73Nh.

$$T_A = \frac{N_A}{n} = \frac{58,73}{4} = \mathbf{14,68\ h} \quad [V2]$$

Z výpočtu je zřejmé, že armovací práce o daném objemu budou prováděny ve dvou směnách.

2.4.6. Návrh dodání betonové směsi a postupu betonáže

Způsob dodávky betonové směsi i postup betonáže je shodný jako u varianty č.1 (viz. podkapitola 2.1.6. *Návrh dodání betonové směsi a postupu betonáže*, str. 6).

2.4.7. Návrh složení a velikosti pracovní čety a výpočet doby betonáže

Pro tuto variantu je navržen tentýž pracovní kolektiv, který je uveden v podkapitole 2.1.7. *Návrh složení a velikosti pracovní čety a výpočet doby betonáže*, str. 6.

2.4.8. Návrh složení a velikosti pracovní čety a výpočet doby částečného odbednění

Pro demontáž bednění je navržena pracovní četa o čtyřech pracovnících, z nichž jeden je mistr, který zodpovídá za kvalitu prováděných prací, a ostatní jsou zaučení stavební dělníci obeznámení s technologickým postupem prováděných prací.

Částečná demontáž je možná po uplynutí lhůty stanovené statikem. Pro tuto variantu je navrženo ponechat betonovanou konstrukci v bednění po dobu 10ti dnů po betonáži. Následujících 18 dní bude potřeba náhradního podepření. Pro ověření dosažení požadované pevnosti bude provedena zkouška odrazovým tvrdoměrem dle příslušné normy^[8].

Výpočet doby částečného odbednění vychází z hodnoty pracnosti uváděné výrobcem bednění a z počtu nasazených pracovníků. Hodnota pracnosti je 0,15h/m².

$$T_O = \frac{P_O * A_O}{n} = \frac{0,15 * 269,11}{4} = 10,09 \text{ h} \quad [V3]$$

Z propočtu vidíme, že demontáž bednění a příprava pro jeho následné vrácení bude provedena v rámci jedné směny, přičemž bude pracovní doba prodloužena o tři hodiny.

2.4.9. Návrh složení a velikosti pracovní čety a výpočet doby odstranění náhradního podepření

Náhradní podepření může být odstraněno až po dosažení 100% hodnoty krychelné pevnosti betonu, tj. 30MPa a u betonu se středním nárůstem pevností jí bude dosaženo po 28 dnech od zpracování betonové směsi. Hodnota se ověří tvrdoměrnou zkouškou odrazovým tvrdoměrem dle příslušné normy^[8].

Výpočet doby odstranění náhradního podepření vychází z hodnoty pracnosti uváděné výrobcem bednění a z počtu nasazených pracovníků. Hodnota pracnosti je 0,05h/ks.

$$T_p = \frac{P_p * S}{n} = \frac{0,05 * 62}{1} = 3,10 \text{ h} \quad [V4]$$

Z provedeného výpočtu vyplývá, že demontáž náhradního podepření a jeho připravení k vrácení bude provedeno v rámci jedné směny.

2.4.10. Podrobný rozpočet pro variantu č. 4

Podle vypracovaného časového harmonogramu prací nepřipadá na variantu č. 4 žádná pracovní sobota či neděle. Z propočtů však vyplývá, že pracovní doba pro demontáž bednění bude prodloužena o 3 hodiny. Příplatek pro práci přesčas činí 25% k základní sazbě.

Náklady na mzdy pracovníků:

Bednicí práce :	4 pracovníci	14 hodin	200 Kč/hod	11 200 Kč
Armovací práce :	4 pracovníci	15 hodin	200 Kč/hod	12 000 Kč
Betonáž a související činnosti :	4 pracovníci	6 hodin	200 Kč/hod	4 800 Kč
Částečné odbednění :	4 pracovníci	8 hodin	200 Kč/hod	6 400 Kč
+ práce přesčas	4 pracovníci	3 hodiny	250 Kč/hod	3 000 Kč
Odstranění podepření :	1 pracovník	4 hodiny	200 Kč/hod	800 Kč
CELKEM				38 200 Kč

Náklady spojené s bedněním:

Cena sady bednění – nájem :	5,8 Kč/m ² /den	1561 Kč/den	23 415 Kč
Cena náhradního podepření - nájem :	1,35 Kč/m ² /den	365 Kč/den	6 570 Kč

Dořezová překližka + separační olej – koupě :			8 340 Kč
Sloupky zábradlí – nájem :	3 Kč/bm/den	258 Kč/den	8 514 Kč
Doprava prvků pro bednění :		32 Kč/km	480 Kč
Manipulace hydraulickou rukou :		500 Kč/hod	500 Kč
Odvoz části sady :		32 Kč/km	480 Kč
Manipulace hydraulickou rukou :		500 Kč/hod	500 Kč
Odvoz náhradního podepření :		32 Kč/km	480 Kč
Manipulace hydraulickou rukou :		500 Kč/hod	500 Kč
CELKEM			49 779 Kč

Náklady na stavební řezivo:

Řezivo pro ochranné zábradlí :	4320 Kč/m ³	4 017,60 Kč
Řezivo pro ohrazení prostupů deskou :	4320 Kč/m ³	388,80 Kč
Řezivo pro obednění čela desky :	4320 Kč/m ³	6 523,20 Kč
Doprava a manipulace :		160 Kč
CELKEM		11 089,60 Kč

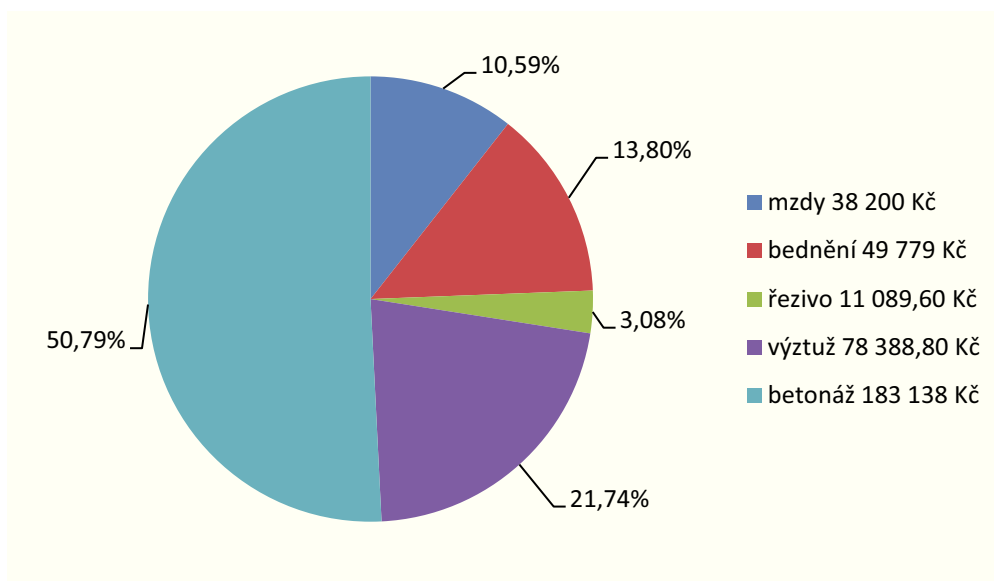
Náklady na armování:

Nosná výztuž z Kari sítí :	64 045,80 Kč
Vázaná výztuž ztužujících věnců :	13 543 Kč
Doprava :	800 Kč
CELKEM	78 388,80 Kč

Náklady spojené s betonáží:

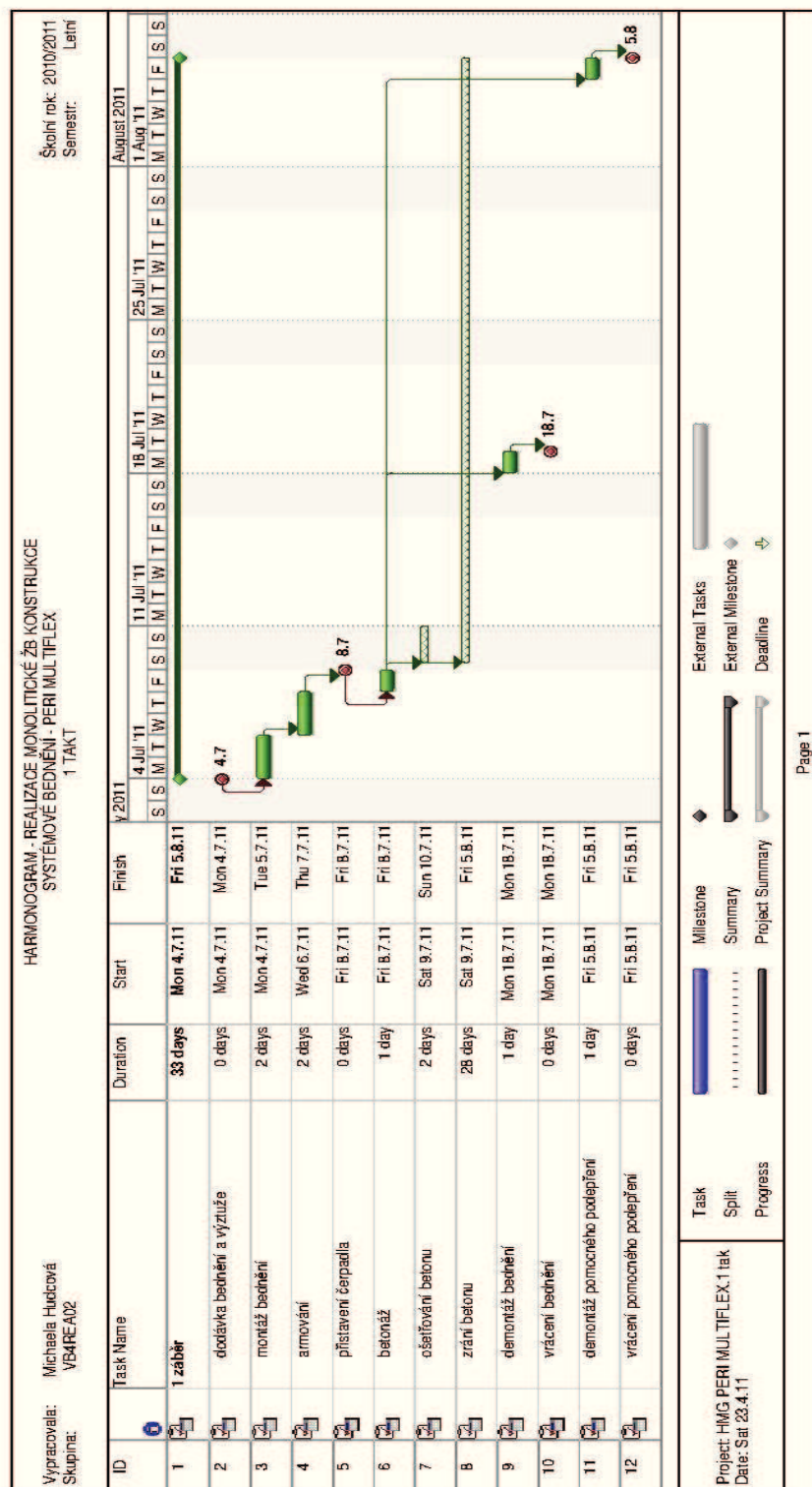
Cena betonové směsi :	2452,8 Kč/m ³	154 526,40 Kč
Doprava betonové směsi :	208,8 Kč/m ³	13 154,40 Kč
Použití čerpadla betonu :	2940 Kč/hod	13 230 Kč
Jízda čerpadla tam a zpět :	58,8 Kč/km	823,20 Kč
PE fólie na překrytí konstrukce :	4,68 Kč/m ²	1 404 Kč
CELKEM		183 138 Kč

Na základě dílčích rozpočtů můžeme sestavit graf procentuálního podílů jednotlivých složek na celkovou cenu procesu, která činí **360 595,40 Kč**.



Graf č. 7: Procentuální podíl složek na celkovou cenu procesu – Varianta 4

2.4.11. Časový harmonogram pro variantu č. 4



2.5. Varianta s použitím systémového bednění DOKA DOKAFLEX v jednom taktu

2.5.1. Návrh bednění

Pro tuto variantu je navržen flexibilní systém bednění výrobce DOKA. DOKAFLEX se skládá z plnostěnných nosníků Doka H20 top pro příčný i podélný směr, stropních podpěr Doka Eurex 20 top, spouštěcích a přidržovacích hlavic pro podepření nosníků a opěrných trojnožek pro stabilizaci. Nosníkový rošt je překryt bednicími deskami Doka 3-SO. V závislosti na tloušťce stropní desky byly dle podkladů výrobce bednění navrženy stropní podpěry Doka Eurex 20 top 250. Bednění není nutno zajistit proti horizontálnímu posunu. Pro dodržení požadavků na bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na staveništi bude v místech nad volnou hloubkou zřízeno zábradlí pomocí bednicích sloupků 1,10m, jimiž bude zprostředkováno i obednění čela stropní desky. Pro montáž ani demontáž bednění není potřeba žádné mechanizace. Hmotnost bednicí sady je 14,5t.

2.5.2. Návrh počtu taktů (pracovních záběrů)

Montáž nosníkového bednění je navržena na základě následujících výpočtů ve dvou pracovních záběrech vymezených dvěma pracovními směny, z nichž každá bude prodloužena o dvě hodiny. Betonáž však bude probíhat najednou pro celou konstrukci, nebude tudíž zapotřebí provádět pracovní spáru. Plocha potřebná k vybednění je 269,11m². Systémové bednění bude na staveniště dodáno spolu s potřebným příslušenstvím v rámci jedné dodávky, pro jejíž dovoz si zhotovitel zajistí automobil s vlekem a hydraulickou rukou.

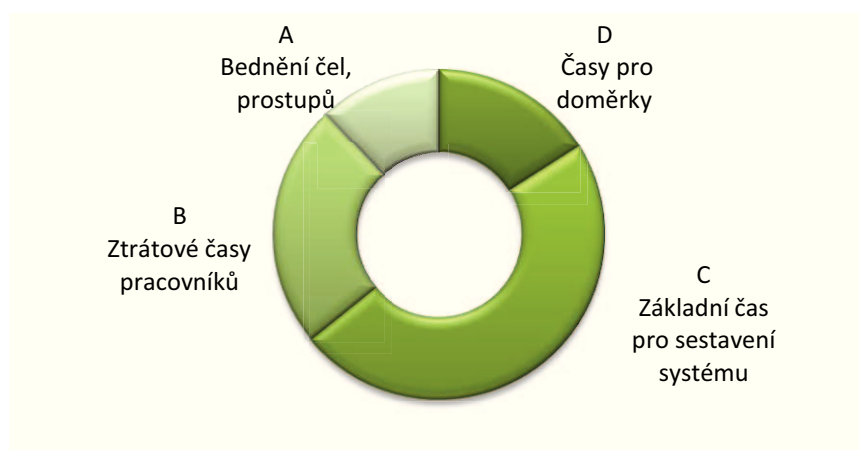
2.5.3. Navržená strojní sestava

Tento způsob vyžaduje totožnou sestavu jako v prvním případě (viz. podkapitola 2.1.3. *Navržená strojní sestava*, str. 4).

2.5.4. Návrh složení a velikosti pracovní čety a výpočet doby montáže bednění

Pro montáž bednění je navržena pracovní četa o čtyřech pracovnících, z nichž jeden je mistr, který zodpovídá za kvalitu prováděných prací, a ostatní jsou zruční stavební dělníci obeznámení s technologickým postupem prováděných prací.

Z podkladů výrobce vyplývá graf časů potřebných pro jednotlivé činnosti související s bednicím procesem. Pro následující výpočty bude uvažováno pouze s oblastmi A, C a D.



Graf č. 8: Podíly dílčích činností v rámci bednicího procesu

Výpočet doby montáže bednění vychází z hodnoty pracnosti uváděné výrobcem bednění a z počtu nasazených pracovníků. Hodnota pracnosti je 0,29h/m².

$$T_M = \frac{P_M * A_M}{n} = \frac{0,29 * 269,11}{4} = 19,51 \text{ h} \quad [V1]$$

Z uvedeného výpočtu vyplývá, že montáž bednění bude rozdělena do dvou pracovních směn, z nichž každá bude prodloužena o dvě hodiny. Jde tedy opět o pracnější provedení než u předchozích variant.

2.5.5. Návrh složení a velikosti pracovní čety a výpočet doby železářských prací

Železářské práce bude provádět stejný pracovní kolektiv jako u varianty č. 4 (viz podkapitola 2.4.5. Návrh složení a velikosti pracovní čety a výpočet doby železářských

prací, str. 31). Jde i o stejný objem prací, tudíž je doba pro uložení výztuže opět shodně rozdělena do dvou směn.

2.5.6. Návrh dodání betonové směsi a postupu betonáže

Návrh dodávky transportbetonu je totožný jako u varianty č. 1 a 4, stejně jako postup betonáže (viz podkapitola 2.1.6. *Návrh dodání betonové směsi a postupu betonáže*, str. 5).

2.5.7. Návrh složení a velikosti pracovní čety a výpočet doby betonáže

Pro tuto variantu je navržen tentýž pracovní kolektiv, který je uveden v podkapitole 2.1.7. *Návrh složení a velikosti pracovní čety a výpočet doby betonáže*, str. 6.

2.5.8. Návrh složení a velikosti pracovní čety a výpočet doby odbednění

Pro demontáž bednění je navržena pracovní četa o čtyřech pracovnících, z nichž jeden je mistr, který zodpovídá za kvalitu prováděných prací, a ostatní jsou zaučení stavební dělníci obeznámení s technologickým postupem prováděných prací.

Konstrukci je možno dle podkladů výrobce^[3] odbednit již po dosažení 50% 28-denní pevnosti betonu. To je pro danou betonovou směs stanoveno stejně jako v předešlé variantě po 10ti dnech po betonáži. Pro ověření dosažení požadované pevnosti bude provedena zkouška odrazovým tvrdoměrem dle příslušné normy^[8]. Pod stropní deskou je však nutno ponechat pomocné podepření v podobě stojek bez hlavic a trojnožek v rozsahu 40% celkového počtu podpěr.

Výpočet doby odbednění vychází z hodnoty pracnosti uváděné výrobcem bednění a z počtu nasazených pracovníků. Hodnota pracnosti je 0,11 h/m².

$$T_O = \frac{P_O \cdot A_O}{n} = \frac{0,11 \cdot 269,11}{4} = 7,40 \text{ h} \quad [V3]$$

Z provedeného výpočtu vyplývá, že demontáž bednění a příprava pro jeho následné vrácení bude provedena v rámci jedné směny.

2.5.9. Návrh složení a velikosti pracovní čety a výpočet doby odstranění pomocného podepření

Pomocné podepření může být odstraněno až po dosažení 100% krychelné pevnosti. U betonu se středním nárůstem pevností jí bude dosaženo po 28 dnech od zpracování betonové směsi, tj. po 18-ti dnech po odbednění konstrukce. Hodnota se ověří tvrdoměrnou zkouškou odrazovým tvrdoměrem dle příslušné normy^[8].

Výpočet doby odstranění pomocného podepření vychází z hodnoty pracnosti uváděné výrobcem bednění a z počtu nasazených pracovníků. Tuto činnost bude provádět jeden pracovník, který zároveň demontovaný materiál uloží na palety a přichystá ho k vrácení. Hodnota pracnosti je 0,05h/ks.

$$T_p = \frac{P_p * S}{n} = \frac{0,05 * 45}{1} = 2,25 \text{ h} \quad [V4]$$

Z propočtu je zřejmé, že odstranění náhradního podepření včetně jeho přípravy k vrácení proběhne v rámci jedné směny.

2.5.10. Podrobný rozpočet pro variantu č. 5

Podle vypracovaného časového harmonogramu prací nepřipadá na variantu č. 5 žádná pracovní sobota či neděle. Z propočtů však vyplývá, že pracovní doba pro montáž bednění bude u obou směn prodloužena o 2 hodiny. Příplatek pro práci přesčas činí 25% k základní sazbě.

Náklady na mzdy pracovníků:

Bednicí práce :	4 pracovníci	16 hodin	200 Kč/hod	12 800 Kč
+ práce přesčas	4 pracovníci	4 hodiny	250 Kč/hod	4 000 Kč
Armovací práce :	4 pracovníci	15 hodin	200 Kč/hod	12 000 Kč
Betonáž a související činnosti :	4 pracovníci	6 hodin	200 Kč/hod	4 800 Kč
Odbednění :	4 pracovníci	8 hodin	200 Kč/hod	6 400 Kč
Odstranění podepření :	1 pracovník	3 hodiny	200 Kč/hod	600 Kč
CELKEM				40 600 Kč

Náklady spojené s bedněním:

Cena sady bednění - nájem :		2480,5 Kč/den	24 805 Kč
Cena pomocného podepření – nájem :		150,3 Kč/den	2 705,40 Kč
Dořezová překližka + separační olej - koupě :			6 534,25 Kč
Prvky pro ohrazení - nájem :	22,7 Kč/ks/den	1407,4 Kč/den	14 074 Kč
Expreskotvy – koupě :		182 Kč/ks	11 284 Kč
Doprava prvků pro bednění :		32 Kč/km	480 Kč
Manipulace hydraulickou rukou :		500 Kč/hod	500 Kč
Odvoz bednicí sady :		32 Kč/km	480 Kč
Manipulace hydraulickou rukou :		500 Kč/hod	500 Kč
Odvoz pomocného podepření :		32 Kč/km	480 Kč
CELKEM			61 842,65 Kč

Náklady na stavební řezivo:

Řezivo pro ochranné zábradlí :	4320 Kč/m ³	4 017,60 Kč
Řezivo pro ohrazení prostupů deskou :	4320 Kč/m ³	388,80 Kč
Řezivo pro obednění čela desky :	4320 Kč/m ³	6 523,20 Kč
Doprava a manipulace :		160 Kč
CELKEM		11 089,60 Kč

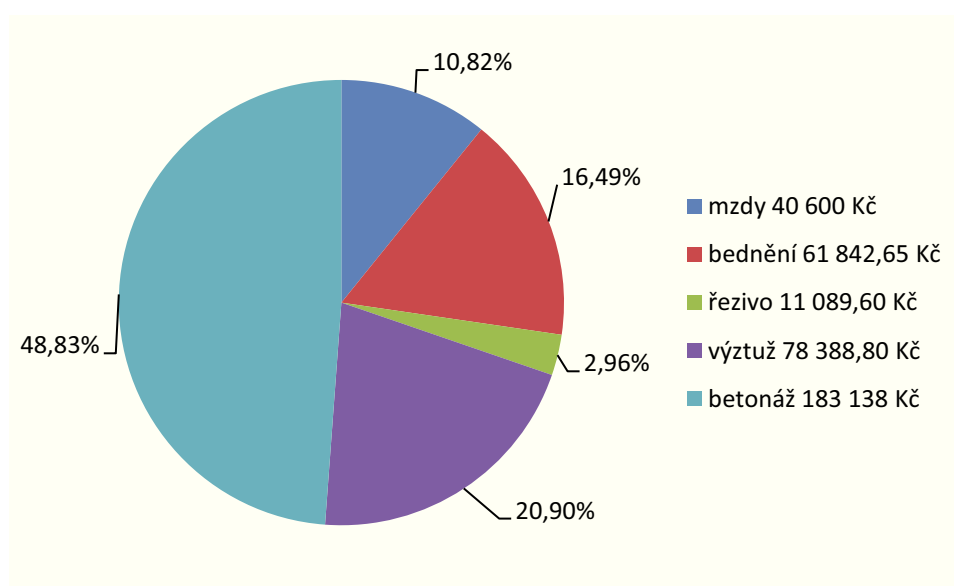
Náklady na armování:

Nosná výztuž z Kari sítí :	64 045,80 Kč
Vázaná výztuž ztužujících věnců :	13 543 Kč
Doprava :	800 Kč
CELKEM	78 388,80 Kč

Náklady spojené s betonáží:

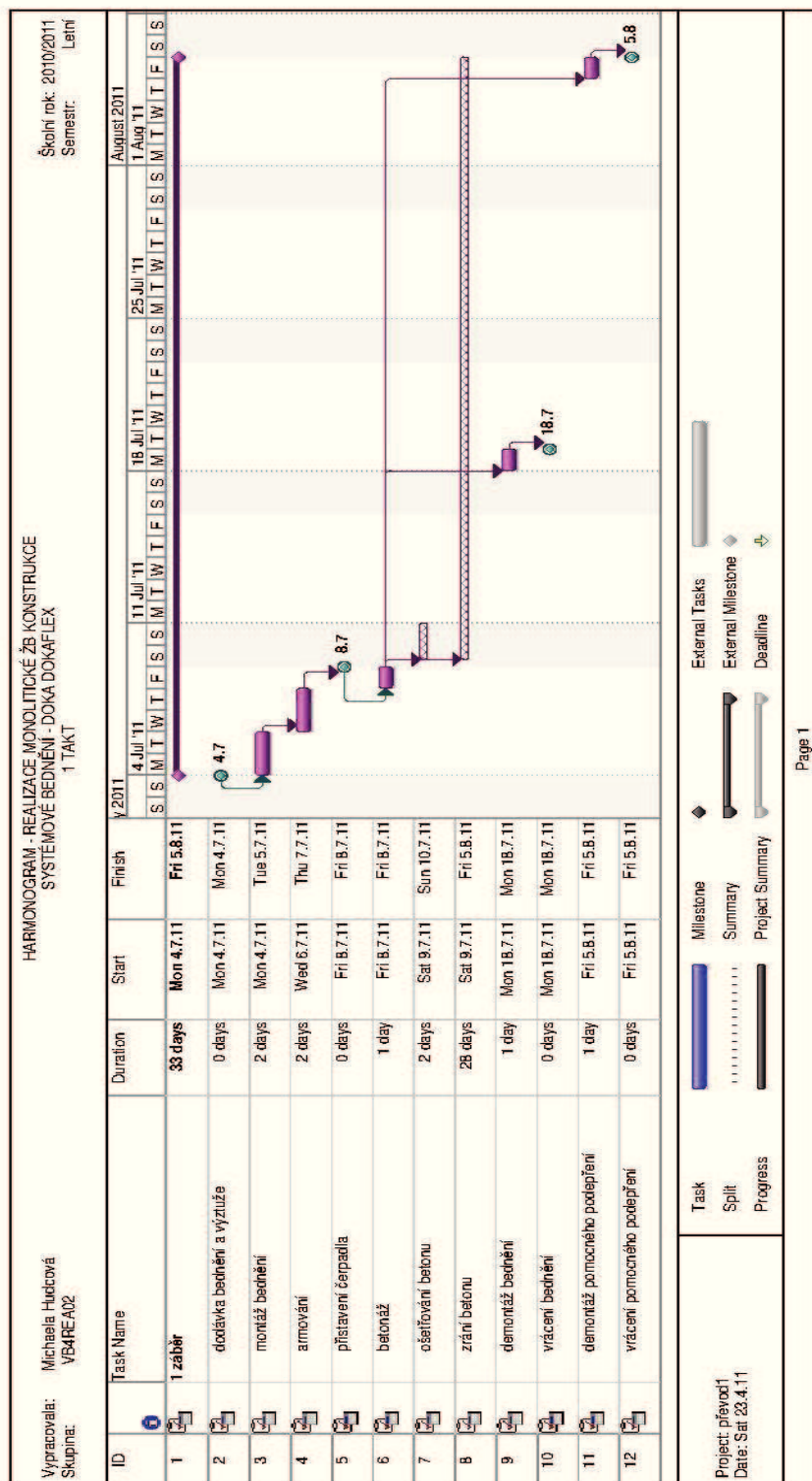
Cena betonové směsi :	2452,8 Kč/m ³	154 526,40 Kč
Doprava betonové směsi :	208,8 Kč/m ³	13 154,40 Kč
Použití čerpadla betonu :	2940 Kč/hod	13 230 Kč
Jízda čerpadla tam a zpět :	58,8 Kč/km	823,20 Kč
PE fólie na překrytí konstrukce :	4,68 Kč/m ²	1 404 Kč
CELKEM		183 138 Kč

Na základě dílčích rozpočtů můžeme sestavit graf procentuálního podílů jednotlivých složek na celkovou cenu procesu, která činí **375 059,05 Kč**.



Graf č. 9: Procentuální podíl složek na celkovou cenu procesu – Varianta 5

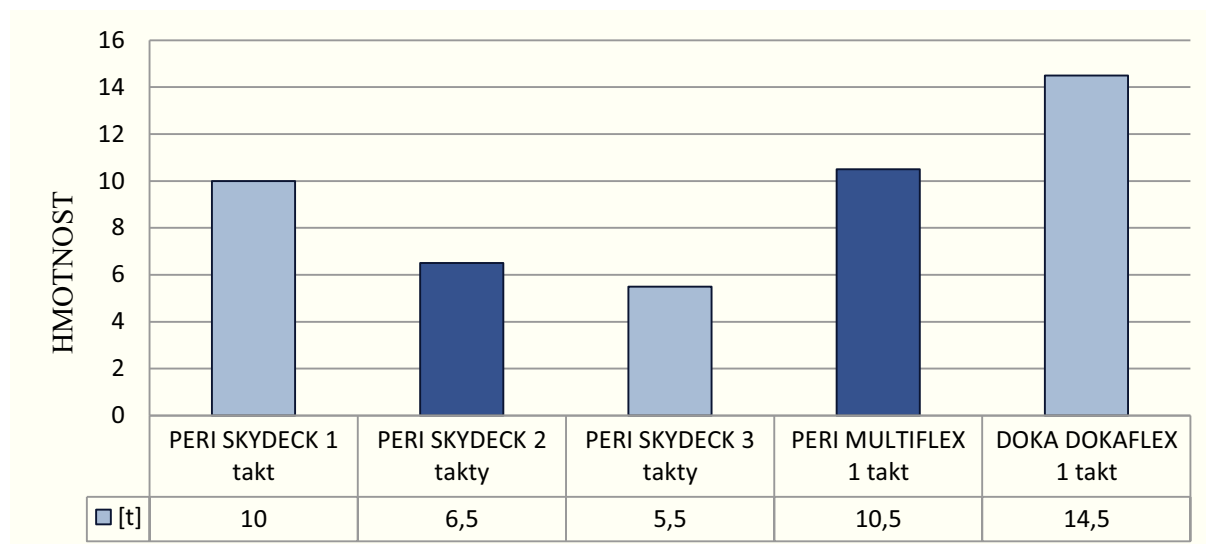
2.5.10. Časový harmonogram pro variantu č. 5



3. Srovnání zpracovaných variant řešení

Zpracované varianty budou nyní srovnány formou grafů z hlediska hmotnosti navrhnutých bednicích systémů, jimiž dojde k dočasnému zatížení podkladní konstrukce, následně se provede porovnání z hlediska finančních nákladů na realizaci jednotlivých variant. Nakonec se vyhodnotí časové nároky lhůt pro dosažení 100% krychelné pevnosti betonu, včetně zohlednění termínů, kdy bude na stavbě potřebná kompletní bednicí sada a kdy jen podepření.

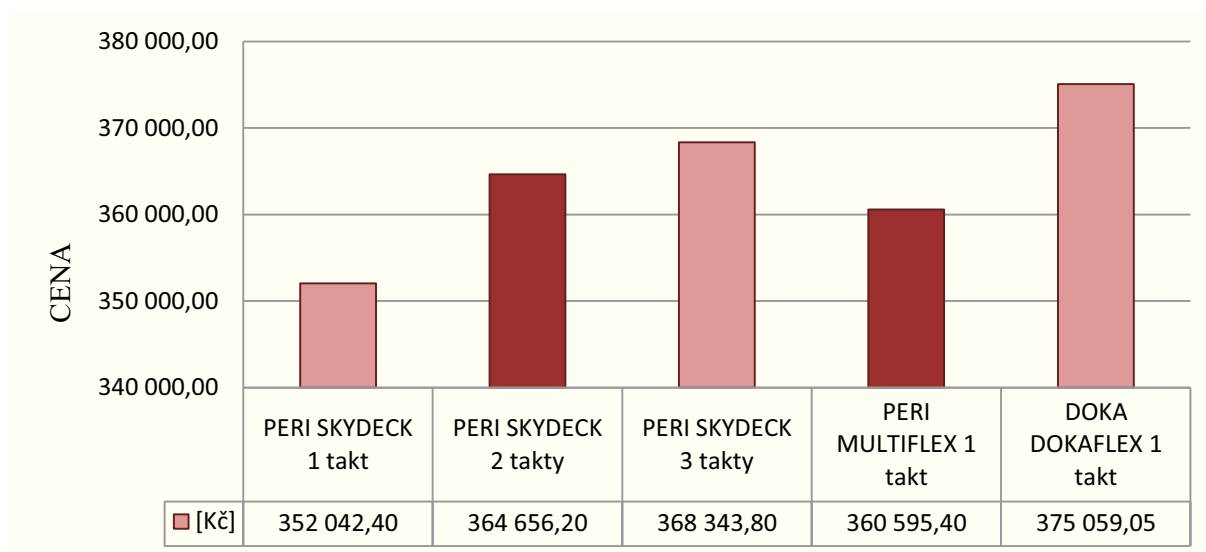
3.1. Srovnání z hlediska hmotnosti bednicích systémů



Graf č. 10: Srovnání z hlediska hmotnosti

Ze zpracovaného grafu je zřejmé, že bednicí sada pro variantu č. 3 má nejmenší hmotnost. Toho je dosaženo použitím systémového bednění PERI SKYDECK ve třech taktech. Čím více opakovatelných úseků je navrženo, tím menší počet dílců je potřeba a tím nižší je i cena za jejich nájem. Se snižujícím počtem dopravovaných prvků se také zkracuje doba jejich nakládky a vykládky. Nevýhodou se ovšem stává betonáž rozdělená do tří pracovních záběrů, která realizaci prodražuje a vnáší do procesu nutnost provádění pracovních spár.

3.2. Srovnání z hlediska celkových nákladů

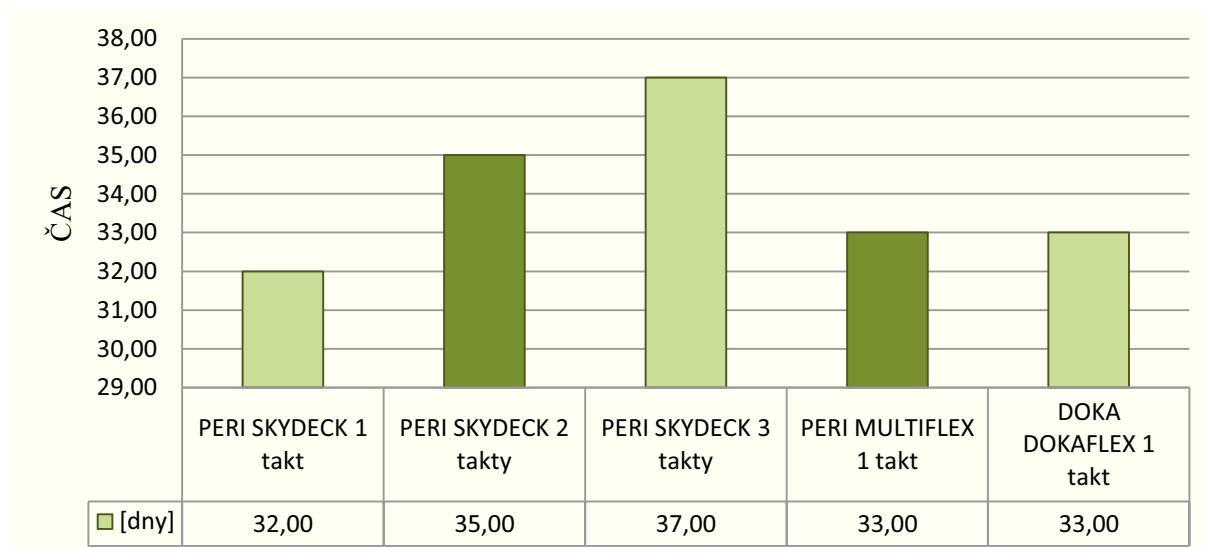


Graf č. 11: Srovnání z hlediska celkových nákladů

Z grafu je patrné, že rozdíl mezi nejlevnější a nejdražší variantou činí 29 469,65 Kč. Jako cenově nejvýhodnější se jeví případ s použitím bednicího systému PERI SKYDECK v jednom taktu, kdy se usiluje o provedení prací od montáže bednění až po betonáž v co nejkratším časovém úseku, aby tak došlo k minimalizaci nákladů na pronájem kompletní bednicí sady. Tu je možno po částečném odbednění vrátit a na staveništi pak zůstává pouze náhradní podepření za podstatně nižší cenu. V celkových nákladech se promítne i finanční úspora betonáže realizované v jednom pracovním záběru, kdy nutnost přistavení čerpadla nastává pouze jednou.

3.3. Srovnání z hlediska časových nároků

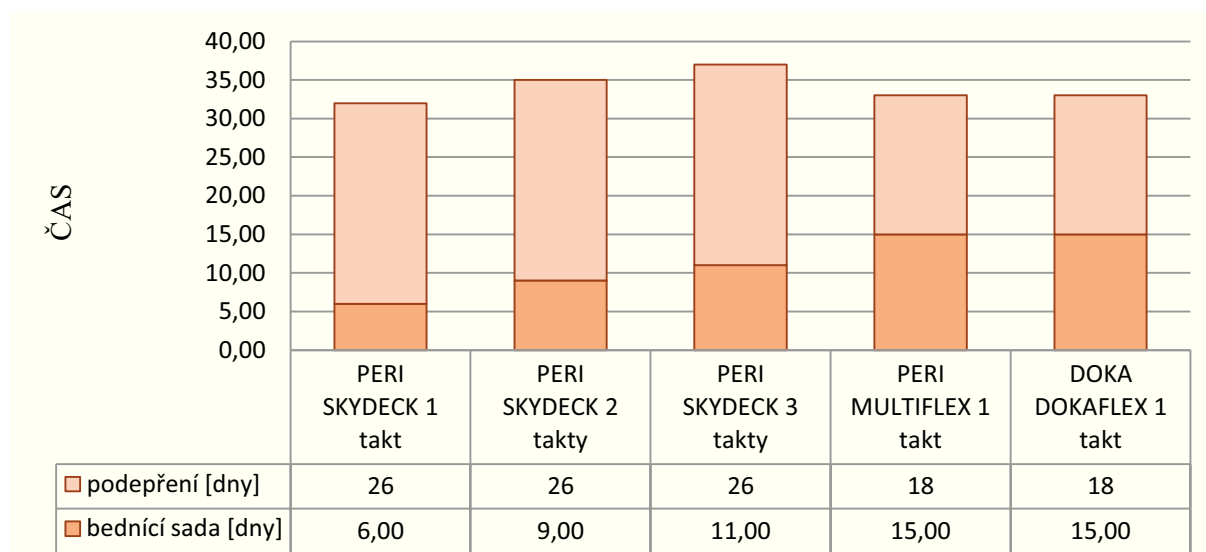
3.3.1. Lhůta od dodávky bednění po dosažení 100% pevnosti betonu



Graf č. 12: Srovnání z hlediska časových nároků: dodávka bednění – 100% pevnost betonu

Z grafu lze vyčíst, že čím více pracovních záběrů se pro betonáž realizuje, tím delší bude lhůta pro dosažení plné pevnosti betonu v každém místě konstrukce. Cílem je tedy zorganizovat práce tak, aby mohla být betonová směs zpracována v co nejkratší době od dodávky bednění na stavbu.

3.3.2. Lhůta pro nasazení bednění a ponechání podepření



Graf č. 13: Srovnání z hlediska časových nároků: dodávka bednění – odstranění podepření

V tomto grafu můžeme porovnat lhůty potřebné pro nasazení bednicí sady s dobou nutnou pro ponechání náhradního podepření. Nejmenší nároky na čas pro kompletní sadu klade varianta č.1 s bednicím systémem PERI SKYDECK v jednom taktu. Přičemž opět platí, že čím dříve budou provedeny betonářské práce, tím kratší dobu bude bednění na stavbě potřeba.

3.3.3. Srovnání lhůt přírodních procesů tvrdnutí betonu a lhůt pro lidské činnosti

Z časových harmonogramů zpracovaných pro jednotlivé varianty můžeme vidět, že co se týče přírodních procesů, nelze zkrácení lhůt příliš ovlivnit. To by bylo možné s použitím stavební chemie, kdy by byly do betonové směsi přidány přísady pro urychlení tvrdnutí betonu. Toto opatření se však vyplatí jen u rozsáhlých betonáží při nízkých teplotách, kdy je nutno konstrukce ohřívat a vyvinout u betonů větší hydratační teplo. Za normálních teplot by šlo jen o zbytečné prodražení a zvýšení pracnosti pro realizaci. Navíc těmito metodami může u povrchu vzniknout nekvalitní vrstva, která se odlupuje a celková pevnost stropní desky by nemusela dosahovat parametrů předepsaných projektovou dokumentací. Z těchto důvodů se v této práci s takovým opatřením neuvažuje. Naproti tomu pracovní činnosti můžeme urychlit vhodným návrhem pracovní čety a výběrem optimální varianty bednicího systému.

4. Vyhodnocení nejvýhodnější varianty

Na základě předchozích srovnání byla jako nejvhodnější řešení pro daný objekt vybrána varianta č.1 s použitím bednicího systému PERI SKYDECK v jednom taktu, která vychází jako nejvýhodnější z cenového hlediska díky možnosti částečného odbednění již po dvou dnech po betonáži a vrácení většiny bednicích dílců, čímž dochází k minimalizaci nákladů na pronájem kompletní sady. Na staveništi tak zůstává pouze náhradní podepření za podstatně nižší cenu. Finanční úspora nastává i u betonáže realizované v jednom pracovním záběru, kdy se za přistavení a jízdu autočerpadla zaplatí pouze jednou. Dále je tato variant výhodná z časového hlediska, jelikož se usiluje o provedení prací od montáže bednění až po betonáž v co nejkratším časovém úseku. Navíc díky nízké pracnosti pro montáž a demontáž systému při stejném počtu nasazených pracovníků jako u ostatních variant je patrné, že se doba nutná pro vybednění zkrátí téměř o polovinu.

5. Technologický postup

Pro nejvýhodnější variantu, tedy variantu č. 1 je zpracován následující technologický postup betonářských prací. Účelem je stanovit a popsat pravidla při provádění monolitické železobetonové konstrukce stropu, vycházející z ustanovení ČSN EN 206-1^[7], ČSN EN 13670^[9] a ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2^[10].

5.1. Bednění

Pro stropní konstrukci bude použito systémové bednění PERI SKYDECK v jednom taktu. Jedná se o hliníkové bednění s dílci o velikosti 1500x750mm, podporovaných podélnými nosníky a ocelovými stojkami se systémem padacích hlav, díky kterým je možno odbednit betonovou konstrukci již po dvou dnech po dokončení betonáže.

5.1.1. Přejímka konstrukce bednění

V průběhu provádění bednicích prací je za dozor a kontrolu zodpovědný stavbyvedoucí (případně mistr čety). Ten po dokončení montáže bednění vyzve zápisem ve stavebním deníku technický dozor investora k prověření konstrukce a udělení souhlasu k navazujícím pracím, tedy uložení výztuže a následné betonáži. Výsledek prověrky musí být zapsán technickým dozorem investora do stavebního deníku.

5.1.2. Závazné parametry

Před zahájením železářských prací musí být zkontrolováno dodržení parametrů stanovených v projektové dokumentaci a to:

- geometrie bednění – dle projektové dokumentace a výkresu bednění
- stabilita bednění a jeho částí – zajištění prvního pole bednění proti účinkům horizontálních sil stěnovými držáky SWH-2 v příčném i podélném směru, dále se pak držáky osazují ve směru délky v každém druhém poli na podélný nosník

- a ve směru šířky na každý druhý panel systémového bednění
- odstranění zbytků (prach, sníh, led) z částí, kde bude ukládána výztuž
- odstranění vody ze dna bednění
- příprava povrchu bednění – kontrola, zda jsou všechny díly systémového bednění opatřeny nástřikem separačního prostředku PERI BIO Clean, přípravek bude nanesen rovnoměrným postřikem vysokotlakým postřikovacím přístrojem Woermann s plochou tryskou 650050 na předem očištěné a suché bednění
- otvory a prostupy – provedení dle projektové dokumentace pomocí sbitých fošen vložených do konstrukce bednění v místě budoucího prostupu
- správnost podpěrné konstrukce, včetně pracovních plošin - kontrola, zda jsou použity stropní stojky PEP 20 – 300 s délkou vytažení 2,34m a zda je zřízeno ochranné zábradlí při okrajích stropní desky z fošen a sloupků HSGP osazených na bednicí sloupky 105 kotvených do obvodových zdí a sloužících zároveň k obednění čela desky
- těsnost styků bednicích dílců – v příčném směru budou jednotlivá pole stropních panelů překryta krycími lištami SAL

5.2. Armování

Pro potřeby bakalářské práce je orientačně uvažováno s nosnou výztuží ve formě Kari sítí a betonářskou ocelí 10 505 pro vyvázání ztužujících věnců. Krycí vrstva bude zajištěna distančními podložkami z PVC firmy Mirra. Poloha výztuže bude zajištěna kovovými distančními žebříčky Mirra UTH 150.

5.2.1. Přejímka železářských prací

Za kontrolu provádění je opět odpovědný stavbyvedoucí, případně mistr čety. Stavbyvedoucí je povinen před dokončením prací vyzvat zápisem ve stavebním deníku technický dozor investora k přejímce konstrukce pro následnou betonáž. Stanovisko technického dozoru bude zapsáno ve stavebním deníku.

5.2.2. Závazné parametry

Při převjímcce kontroluje technický dozor investora soulad s projektovou dokumentací a to zejména těchto parametrů:

- druh použité výztuže
- profil prutů
- počet výztužných vložek, jejich délku, tvar a ukončení
- polohu výztuže v konstrukci – poloha výztuže bude zajištěna kovovými distančními žebříčky Mirra UTH 150
- počet a tvar třmínků
- vzdálenost mezi jednotlivými pruty
- krytí výztužných vložek – krytí bude zajištěno distančními kozlíky Mirra K25 z PVC
- čistotu povrchu vložek – nesmí být znečištěny separačními prostředky
- dodržení stanovených odchylek, tolerancí
- čistotu bednění po železářských pracích

Budou-li při prověrce zjištěny neshody vůči projektové dokumentaci, provede o nich stavbyvedoucí s technickým dozorem investora záznam ve stavebním deníku včetně postupu opatření k nápravě. Ta musí být zajištěna před zahájením betonáže.

5.3. Betonáž

Pro zhotovení monolitické železobetonové desky bude použit beton C25/30 – stupeň vlivu prostředí XC1. Konzistence je navržena S3 – velmi měkká. Velikost maximálního rozměru kameniva $D_{max} = 16\text{mm}$ při tloušťce stropní desky $h=200\text{mm}$. Tloušťka krycí vrstvy je stanovena 25mm.

5.3.1. Kvalifikace a počet pracovníků

Betonářské práce na stavbě bude provádět betonářská četa o 4 pracovnících, z nichž jeden je mistr, vyučený betonář - železář, a zodpovídá za kvalitu prováděných prací. Ostatní jsou zaučení stavební dělníci obeznámení s technologickým postupem prováděných prací. S betonáží se začne ve východní části stavby a pokračovat se bude postupně k západní části objektu.

5.3.2. Doba realizace

Na základě předchozích výpočtů je doba pro zpracování 63m^3 betonové směsi stanovena na 3,5hod při nasazení čtyřčlenného pracovního kolektivu.

5.3.3. Mechanismy

Navržená betonová směs C25/30 bude dovezena v podobě transportbetonu z ostravské betonárny Zapa vzdálené od staveniště 7km. Doprava betonu bude zajištěna dvěma autodomíchávači o objemu bubnu 9m^3 na automobilovém podvozku Scania, které budou směs postupně přivážet. Pro dopravení 63m^3 betonové směsi bude tedy zapotřebí sedmi dodávek transportbetonu. Čerpání a ukládání směsi bude provedeno čerpadlem o dosahu 34/30m na automobilovém podvozku Mercedes Benz poskytnutým dodavatelem betonu.

5.3.4. Objednávka betonové směsi

Dodavatel transportbetonu odpovídá za to, že dodávaná betonová směs má v době přejímky pro použití předepsaným způsobem vlastnosti určené dodacími podmínkami. Objednávku provádí odběratel na základě projektové dokumentace, kde je stanovena třída pevnosti betonu, druh a zpracovatelnost směsi.

5.3.5. *Přejímka betonové směsi*

Při přejímce každé dodávky betonové směsi předá dodavatel odběrateli dodací list, který je zároveň dokladem o jakosti a množství dodané směsi. Dodací list musí obsahovat tyto údaje:

- identifikace výrobce betonové směsi
- pořadové číslo dokladu
- označení odběratele, místo přejímky betonové směsi
- druh a třídu betonu, zpracovatelnost betonové směsi, druh a třídu cementu, přísady
- množství betonové směsi v m³
- datum a čas zamíchání betonové směsi
- použitý dopravní prostředek, SPZ, jméno řidiče
- čas příjezdu na místo přejímky a čas ukončení přejímky

Při přejímce stavbyvedoucí ověřuje následující kritéria:

- shodu údajů na dodacím listě s objednávkou
- čas zamíchání betonové směsi – směs bude zamíchána 1 hod před jejím zpracováním

5.3.6. *Kontrolní zkoušky*

V případě pochybnosti o jakosti betonové směsi při vizuální kontrole je stavbyvedoucí oprávněn provést zkoušku konzistence metodou sednutí kužele. Při nevyhovujícím výsledku zpracovatelnosti při přejímce provede stavbyvedoucí odběr směsi pro zkoušku krychelné pevnosti, případně další kontrolní zkoušky dle požadavku projektové dokumentace. Provádí se 1 zkouška na každou záměs betonové směsi (1 záměs = 1 domíchávač). O provedených odběrech a výsledku kontrolních zkoušek provede stavbyvedoucí zápis do stavebního deníku.

5.3.7. *Zpracování betonové směsi a postup betonáže*

Před zahájením betonáže bude provedena řádná přejímka bednicích a železářských prací, jejichž výsledek bude zapsán do stavebního deníku spolu se souhlasem technického dozoru investora k zahájení betonáže. V průběhu betonáže budou dodrženy tyto zásady:

- betonová směs bude zpracována do 60-ti minut po zamíchání
- betonování konstrukce bude plynulé bez přerušení, s betonáží se začne ve východní části stavby a pokračovat se bude směrem k čerpadlu
- betonová směs se bude ukládat pomocí ramena čerpadla s potrubím v jedné vrstvě odpovídající tloušťce desky, tj. 200mm, tak, aby byla betonová směs rovnoměrně rozprostřena, rozhrnování směsi budou provádět pracovníci pomocí lopat
- betonová směs se ukládá tak, aby nedošlo k přetvoření bednění nebo k posunu výztuže, maximální výška vyústění potrubí nesmí být větší než 1,5 m
- tloušťka desky bude zajištěna dřevěnými lavičkami, které budou rozmístěny v bednění po vzdálenostech 2m. Přiložením latě přes lavičky bude zajištěna stejnoměrná výška 200mm. Lavičky budou s postupem betonáže odstraněny a prohlubně vyplněny.
- zhutňování bude prováděno ponorným vibrátorem Perles ERGO 525T ve směru shodném s postupem betonáže. Vpichy nesmí být umístěny vícekrát do jednoho místa, vzdálenost sousedních ponorů nesmí překročit 1,4 násobek viditelného poloměru účinnosti vibrátoru, vpichy je nutno vést tak, aby nedocházelo ke styku vibrátoru s bedněním (vpichy se provádí ve vzdálenosti minimálně 10cm od bednění) nebo výztuží a je nutno postupovat tak, aby ponor vibrační jehly byl co nejrychlejší a pohyb hlavice nahoru byl naopak pomalý, aby byl dostatečně vytlačen vzduch. Přívod elektrické energie pro vibrátor bude zajištěn pomocí stavebního rozvaděče.
- po skončení betonáže je nutno dodržet technologickou pauzu 2 dny na zatuhnutí betonu, po té se provede částečné odbednění pomocí systému padacích hlav a následující den započnou zednické práce v podlaží nad vybetonovanou stropní konstrukcí

- dodavatel transportbetonu je povinen včas předat osvědčení o jakosti při dodržení minimální četnosti kontrolních zkoušek pevnosti betonu platných pro transportbeton
- směs lze ukládat do bednění při teplotě +5°C a vyšší. Vzhledem k harmonogramu výstavby se nižší teploty nepředpokládají.

5.3.8. *Stavební deník*

O betonáži a provedených kontrolních zkouškách se vede zápis ve stavebním deníku, který obsahuje:

- označení betonované části konstrukce
- zahájení a ukončení betonáže
- základní údaje o způsobu provádění betonářských prací (čerpádlem)
- údaje o betonové směsi (druh, třída betonu)

5.3.9. *Ošetřování betonu*

K dosažení předpokládaných vlastností betonu v prostředí XC1 se středním vývojem pevnosti je nutné při teplotách 15-25 °C ošetřování betonu po dobu 2 dnů po zpracování směsi. Ošetřování bude zajištěno přikrytím konstrukce PE fóliemi.

5.3.10. *Výstupní kontrola betonových konstrukcí*

Tvar a rozměry hotové betonové konstrukce musí odpovídat výkresům tvaru v projektové dokumentaci. Jakost povrchu stavbyvedoucí s technickým dozorem investora zkontrolují bezprostředně po odbednění. O kontrole a jejím výsledku provede stavbyvedoucí zápis do stavebního deníku. Při kontrole musí být dodrženy tyto požadavky:

- povrch betonových konstrukcí musí být bez větších dutin a štěrkových hnízd, celková plocha vadných míst nesmí přesáhnout 1%
- nosná výztuž nesmí být obnažena
- podhled určený k omítání nesmí mít výčnělky větší než $\frac{1}{2}$ tloušťky předepsané omítky a nesmí být znečištěn látkami, které by snižovaly soudržnost povrchové úpravy s betonem
- dodavatel transportbetonu musí doložit kvalitu betonové směsi výsledky, protokoly od akreditované zkušebny
- protokoly od všech kontrolních zkoušek vyplývající z objednávek transportbetonu musí být stavbyvedoucím vyžádány a dodavatelem transportbetonu předány nejpozději do 5ti týdnů od poslední dodávky betonové směsi

5.4. Přejímka betonové konstrukce

Stavbyvedoucí vyzve zápisem ve stavebním deníku technický dozor investora k prověření dokončené betonové konstrukce. Přejímacího řízení se účastní také statik, který zhodnotí statické působení stropní desky. Zhotovitel konstrukce k přejímce připraví nezbytné doklady, a to:

- výkresovou dokumentaci se zakreslením skutečného provedení, vyznačení zjištěných odchylek
- protokoly o kontrolních zkouškách (pevnost betonu v tlaku)
- hutní atesty, osvědčení o jakosti výztuže
- stavební deník se zápisy dílčích prověření prací, bednění, výztuže, betonáže, zápisy o provedení betonáže, výsledky vstupní kontroly transportbetonu

5.5. Bezpečnost a ochrana zdraví

Zhotovitel musí mít řádně převzato pracoviště a být řádně poučen o bezpečnostních rizicích na úseku požární ochrany na stavbě, včetně zápisu do deníku BOZP. Pracovníci musí být prokazatelně proškoleni v oblasti BOZP a PO. Všichni pracovníci budou mít vazačské

průkazy a budou se řídit předpisy výrobce systémového bednění. Při přečerpávání betonové směsi při přímém ukládání do konstrukce se musí pracovat z bezpečných míst, kde jsou pracovníci chráněni proti pádu z výšky, do hloubky, proti zavalení či zalití betonovou směsí. postup ukládání směsi musí být v souladu s technologickými postupy a zvláštními předpisy. V průběhu betonáže je nutné sledovat stav bednění a případné závady ihned odstraňovat. Pro pohyb pracovníků musí být vybudovány bezpečné komunikace. Betonáž v mimořádných podmínkách musí po celou dobu řídit odpovědný pracovník.

6. Seznam související literatury

6.1. Montážní předpisy výrobců

- [1] SKYDECK : *Stropní panelové bednění: Návod k montáži a používání standardního podepření*. PERI, únor 2009
- [2] MULTIFLEX : *Stropní nosníkové bednění: Návod k montáži a používání standardního podepření*. PERI, říjen 2010
- [3] DOKAFLEX : *Informace pro uživatele : Návod k montáži a použití*. DOKA, listopad 2008

6.2. Webové stránky

- [4] ZAPA. *Ceník* [online]. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.zapa.cz/provozovny-a-ceniky/moravskoslezsky-kraj/ostrava-hrabova>>.
- [5] KŘIVÁNEK, Martin. *Technologický předpis : Provádění monolitických železobetonových konstrukcí* [online]. Praha : BBA - Monolit s r.o., 1.2.2007 [cit. 2011-03-02]. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.bba-monolit.cz/index.php?strana=dokumenty>>.

6.3. Normy

- [6] ČSN EN 12350-2 : *Zkoušení čerstvého betonu – Část 2: Zkouška sednutím*, 1.10.2009
- [7] ČSN EN 206-1 : *Beton – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda*, 1.9.2001
- [8] ČSN EN 12504-2 : *Zkoušení betonu v konstrukcích – Část 2: Nedestruktivní zkoušení – Stanovení tvrdosti odrazovým tvrdoměrem*, 1.2.2002
- [9] ČSN EN 13670 : *Provádění betonových konstrukcí*, 1.6.2010
- [10] ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2 : *Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*, 1.11.2006
- [11] ČSN 73 1370 : *Nedestruktivní zkoušení betonu. Společná ustanovení*, 1.9.1982
- [12] ČSN EN 12390-1 : *Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 1: Tvar, rozměry a jiné požadavky na zkušební tělesa a formy*, 1.5.2001

- [13] ČSN EN 12390-2 : *Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 2: Výroba a ošetřování zkušebních těles pro zkoušky pevnosti*, 1.10.2009
- [14] ČSN EN 12390-3 : *Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 3: Pevnost v tlaku zkušebních těles*, 1.10.2009
- [15] ČSN 73 1373 : *Tvrdoměrné metody zkoušení betonu*, 1.3.1983
- [16] ČSN EN 1996-2 Eurokód 6 : *Navrhování zděných konstrukcí – Část 2: Volba materiálu, konstruování a provádění zdiva*, 1.4.2007
- [17] ČSN 73 0540-2 : *Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky*, 1.4.2007

6.4. Legislativa

- [18] Zákon č. 309/2006 Sb., *O zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších předpisů.*
- [19] Zákon č. 185/2001 Sb., *O odpadech, ve znění pozdějších předpisů.*
- [20] Vyhláška č. 291/2001 Sb., *kteou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách.*
- [21] Vyhláška č. 369//2001 Sb., *O obecných technických požadavcích zabezpečující užívání staveb osobami s omezenou schopností pohybu a orientace.*
- [22] Vyhláška č. 381/2001 Sb., *kteou se stanoví Katalog odpadů, Seznam nebezpečných odpadů a seznamy odpadů a států pro účely vývozu, dovozu a tranzitu odpadů a postup při udělování souhlasu k vývozu, dovozu a tranzitu odpadů.*
- [23] Nařízení vlády č. 362/2005 Sb., *O bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky.*
- [24] Nařízení vlády č. 591/2006 Sb., *O bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích.*
- [25] Vyhláška č. 499/2006 Sb., *O dokumentaci staveb - Příloha č. 1.*

Poděkování

Ing. Marii Wolfové, Ph.D., vedoucí bakalářské práce, za užitečnou metodickou pomoc a rady při zpracování bakalářské práce.

Ing. Petru Viktorinovi, vedoucímu technického oddělení firmy PERI, spol. s r.o., za poskytnutí podkladů, spolupráci a odborné konzultace v oblasti použití systémového bednění PERI SKYDECK a PERI MULTIFLEX.

Ing. Aleši Novákovi, technikovi firmy Česká Doka bednicí technika spol. s r.o., za poskytnutí podkladů a spolupráci ohledně systémového bednění DOKA DOKAFLEX.